S.TRA.TE.G.I.E s.r.l.
SOCIETÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO
E GUIDA ALL'INNOVATION ENGINEERING
SPIN-OFF DELL'UNIVERSITÀ
POLITECNICA DELLE MARCHE
VIA ZUCCARINI 1 · I-60131 ANCONA · ITALY

Area Pianificazione Ambiente

"PIANO ENERGETICO AMBIENTALE COMUNALE"

1

LE SCHEDE

Marzo 2009

versione 0.99

1. SCHEDE TECNICHE

1.1 INTRODUZIONE

La fase operativa ha come obiettivo quello di individuare i possibili interventi di uso razionale di energia ed utilizzo di fonti rinnovabili e, parallelamente, l'obiettivo di formazione ed informazione dei soggetti coinvolti negli interventi.

A tale scopo si è scelto di svilupparle in maniere schematica delle schede tecniche al fine di renderle facilmente interpretabili ai possibili soggetti interessati, siano questi, cittadini, amministratori pubblici e privati, operatori , associazioni di categoria.

Nelle schede viene per prima cosa analizzata la situazione attuale, prima dello svolgimento dell'azione, in particolare, le attuali risorse o disponibilità, le tecnologie presenti sul mercato e le loro prestazioni, sono individuati i possibili settori di impiego; sono stimati i costi e l'investimento medio necessari per l'installazione completa in funzione della tipologia di impianto.

Le schede sviluppate fanno riferimento sia alle principali fonti rinnovabili ed alle tecnologie di risparmio e di efficienza energetica, sia ad interventi specifici per sanare le particolari criticità evidenziate durante la fase conoscitiva.
Contengono, inoltre, chiari riferimenti alla normativa ed all'iter burocratico da seguire per chi volesse adottare le diverse soluzioni di risparmio e di uso razionale dell'energia, conterranno inoltre la descrizione della tecnologia e dello specifico sistema in cui la stessa verrà utilizzata.

In ogni scheda vengono sottolineati gli aspetti economici legati ai numerosi incentivi Statali previsti dalla legge italiana: conto energia, certificati verdi e bianchi, incentivi all'efficienza in edilizia e all'uso razionale dell'energia.

Dal punto di vista energetico vengono fornite le indicazioni necessarie a confrontare i diversi interventi ed analizzare le previsioni di sviluppo ed i possibili scenari futuri nel breve, medio e lungo termine, tenendo conto anche degli obiettivi di sviluppo del mercato nazionale.

Sono indicate le "buone pratiche " derivanti sia dalle migliori proposte attuabili sul territorio comunale in base alle sue caratteristiche, sia da interventi pilota già realizzati dal Comune, e/o da altri enti pubblici o privati, nel settore in esame. Alcune di queste azioni, selezionate dal Comune, verranno poi supportate dallo Sportello Energia Comunale.

Vengono fornite all'interno delle schede delle indicazioni in merito ai vantaggi ambientali, energetici ed economici, vengono trattati i possibili impatti negativi e gli ostacoli alla diffusione della tecnologia o dell'intervento in esame.

In ogni scheda è presente una sezione relativa ai possibili risvolti, sul territorio, in termini di sviluppo economico e occupazionale; le tecnologie delle fonti rinnovabili richiedono, infatti, una manodopera altamente qualificata e quindi la presenza sul territorio di progettisti , installatori e manutentori specializzati. Nelle schede questi aspetti avranno un ruolo importante poiché influenzano direttamente lo sviluppo del mercato dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili .

Gli indicatori considerati sono relativi all'attuabilità nel territorio comunale, alle prospettive di sviluppo, ai risvolti occupazionali.

In ogni scheda vengono quindi specificati gli indicatori idonei a descrivere e monitorare la situazione e la sua evoluzione nel tempo; tali indicatori, oltre ad uso interno, serviranno a comunicare i risultati ottenuti all'esterno (ai partners coinvolti) tramite web, incontri con le categorie e la cittadinanza, etc.

In estrema sintesi, l'obiettivo è quello di fornire uno strumento di facile lettura per tutti i soggetti interessati, a tal fine evidenziate le normative e le tecnologie che sono legate agli usi, alle produzioni o alle trasformazioni energetiche vengono esaminati gli aspetti che possono presentare particolari sviluppi e le tecnologie più o meno adattabili all'interno del territorio comunale. Attraverso le schede si possono dedurre i criteri per verificare la convenienza economico/ambientale di diversi sistemi e tecnologie, per i diversi settori interessati al mercato della domanda/offerta di energia presi in esame .

Tutti gli interventi esaminati saranno valutati in termini di prospettive e potenzialità. In particolare, gli obiettivi devono configurare un contenimento delle emissioni di gas climalteranti in osservanza del Protocollo di Kyoto.

2. LE TECNOLOGIE

2.1 SOLARE TERMICO

2.1.1 La tecnologia

Il Solare Termico è una tecnologia che permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica per la produzione di acqua calda. La trasformazione dell'energia solare in energia termica è sicuramente il modo più razionale ed ecologicamente sostenibile per riscaldare un fluido (in genere l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo).

L'energia solare viene catturata con un dispositivo di base, il collettore solare[1] che trasferisce l'energia della radiazione solare al fluido termovettore, il quale viene utilizzato per scaldare ad esempio l'acqua sanitaria. *L'acqua calda sanitaria (ACS) prodotta giornalmente è mediamente compresa tra 50 e 100 litri/m^2 di pannello installato.* I collettori solari termici sfruttano la radiazione solare sotto forma di calore e la accumulano, riscaldando l'acqua ad una temperatura compresa fra i 30° C e i 70° C a seconda dalle condizioni di irraggiamento, del il tipo di pannello, del tipo di impianto.

A queste temperature l'acqua può essere utilizzata per soddisfare tutte le esigenze di acqua calda sanitaria domestica (bagno, cucina, lavastoviglie, lavatrice, ecc.), ma anche per il riscaldamento di piscine, o anche come integrazione all'impianto di riscaldamento invernale degli ambienti. In questo caso, l'accoppiamento dei collettori solari con sistemi radianti a serpentina, disposti a pavimento, a soffitto o anche a parete, può rendere davvero significativo il contributo solare.

Anche nelle giornate invernali, in cui l'insolazione è insufficiente e la temperatura non raggiunge i valori ottimali i collettori garantiscono, comunque, un risparmio di energia poiché l'acqua del serbatoio ha una temperatura superiore a quella dell'acqua corrente dell'acquedotto, la quale è di circa 10-12°C. Inoltre nel periodo estivo, il calore in eccesso fornito dai collettori solari può trovare una efficace utilizzo come climatizzazione estiva. Esso può infatti alimentare un refrigeratore ad assorbimento (chiller). Questo impianto utilizza l'energia termica fornita dei pannelli solari (la quale è tanto maggiore quanto è alta la temperatura dell'atmosfera e la radiazione solare) per produrre il freddo necessario al raffrescamento degli ambienti.

[1] *Costituito da una copertura selettiva trasparente esposta al sole e da un corpo nero assorbente entro il quale scorre un fluido, il tutto racchiuso in un contenitore opportunamente isolato sulle pareti laterali e sulla parete opposta a quella di ricezione della radiazione.*

Stato dell'arte	La tecnologia per l'utilizzo termico dell'energia solare ha raggiunto maturità ed affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo. Nel 2003 i paesi leader in Europa[2] erano la Germania con 5 milioni di m^2 installati, la Grecia con 3 milioni di m^2 installati, l'Austria con 2,5 milioni di m^2 installati. Sebbene in Italia i valori di diffusione del solare termico agli inizi del nuovo millennio fossero molto bassi (0,4 milioni di m^2 installati a fine 2002)[3], la maturazione tecnologica e specifici programmi di incentivazione economica statali e regionali hanno fatto sì che negli ultimi anni vi sia stato un incremento dell'interesse verso il solare termico. *Dal 2005 si è registrato un' impennata del mercato con incrementi annui crescenti del parco solare termico italiano che attualmente ha superato **1 milione di m^2 installati**.* In termini di volume, dalla fine degli anni '90 l'energia solare ha registrato tassi di crescita annuale compresi tra il 40 e il 50%; nel frattempo, grazie agli sviluppi dell'innovazione tecnologica e a una maggiore capacità produttiva, il prezzo degli impianti è diminuito secondo una media del 7-10% l'anno. Oggi, grazie anche alla nascita su tutto il territorio nazionale di numerose aziende che operano nel settore della realizzazione dei pannelli solari termici, in Italia la tecnologia è accessibile economicamente anche per le fasce di popolazione economicamente meno avvantaggiate, il livello di affidabilità raggiunto dalla tecnologia è elevato cosi come l'adattabilità ad impianti preesistenti. La presenza di incentivi rende il tutto ancora più interessante; l'obiettivo, di consentire ai residenti di attingere ad una fonte rinnovabile per soddisfare le proprie esigenze di ACS, sembra facilmente raggiungibile. *Nel territorio comunale, nonostante questo, la penetrazione della tecnologia è ancora bassa*, questo potrebbe dipendere in alcuni casi da una elevata diffusione della rete cittadina del metano e dalla mancanza di informazione sugli incentivi statali in essere e sulla convenienza della tecnologia.
Caratteristiche tecniche	Da un punto di vista di circuito complessivo gli impianti solari possono essere raggruppati in due categorie principali: gli impianti a **circolazione naturale** e quelli a circolazione forzata. I primi hanno il serbatoio di accumulo posto al di sopra dei collettori e il liquido circola spontaneamente nei tubi per differenza di temperatura (e quindi di densità): sfruttano il principio detto termosifonico secondo il quale l'acqua calda tende ad andare verso l'alto e quindi, senza bisogno di pompe elettriche, si riesce a fare circolare il liquido all'interno dei pannelli solari, facendola confluire nel serbatoio che serve per conservare l'acqua calda.

[2] *Fonte: dati dell'Osservatorio sulle Fonti Rinnovabili*

[3] *Fonte : dati statistici Enea*

Sono *soluzioni compatte con minore necessità di manutenzione, ma se disposti sul tetto è necessario valutare preventivamente i pesi che graveranno sulla struttura*. Anche da un punto di vista dell'integrazione architettonica la presenza dell'accumulatore rende più vistoso l'intervento.
I sistemi a **circolazione forzata** invece prevedono una pompa per la circolazione dei liquidi e possono avere il serbatoio di accumulo al di sotto dei collettori (generalmente in un locale al di sotto del tetto). Questo determina una maggiore complessità del sistema e una necessità maggiore di manutenzione periodica; vi è un costo di acquisto più elevato, necessità di assistenza in caso di guasto e un moderato consumo di energia elettrica per la pompa.
Di contro l'integrazione dei pannelli sulle falde del tetto risulta molto più agevolato in quanto è possibile avere soluzioni complanari e perfettamente inserite nella copertura; *non sussiste alcun problema estetico e non è necessaria una particolare robustezza del tetto o del sottotetto*. Sono prevalentemente, utilizzati in climi rigidi o nel caso di *vincoli architettonici che impediscano l'installazione del serbatoio di accumulo all'esterno*.

Esistono attualmente quattro principali tipologie di collettori solari studiate per ottenere il miglior rapporto costi-benefici a seconda delle differenti condizioni di esercizio e dei possibili utilizzi.
Alcune tipologie sono più idonee per un uso prevalentemente estivo, mentre altre hanno un rendimento soddisfacente durante tutto il corso dell'anno. I primi sono i collettori scoperti (strisce in polipropilene prive di copertura trasparente, collettori copri falda) o quelli integrati (il collettore fa anche da serbatoio) e sono indicati per un uso prevalentemente estivo o per il riscaldamento dell'acqua delle piscine.

- *Collettori solari non vetrati:* nei quali il corpo assorbente è costituito da un insieme di tubi ottenibili per estrusione di particolari materiali plastici all'interno dei quali scorre il liquido termovettore; hanno il vantaggio di essere poco costosi e di avere un ottimo rendimento in condizioni ottimali di irraggiamento quando la temperatura esterna è alta. A causa della mancanza dell'isolamento il loro rendimento diminuisce rapidamente all'allontanarsi dalle condizioni ottimali. *Sono adatti perciò al solo uso stagionale ed esclusivamente per la produzione di acqua calda sanitaria, sono spesso impiegati nel riscaldamento delle piscine.* Ad oggi, valutando la tipologia di collettori solari installati per tecnologia, i collettori non vetrati costituiscono il 2% delle vendite.
- *Collettori ad accumulo integrato:* nei quali il corpo nero assorbente è costituito da uno o più serbatoi (al forma cilindrica o di parallelepipedo) al cui interno scorre l'acqua che verrà poi utilizzata.

I secondi, invece, per un'utilizzazione annuale, sono i si-

stemi ad elementi separati a circolazione sia naturale sia forzata o i sistemi compatti (monoblocco) nei quali il collettore ed il serbatoio sono distinti ma assemblati in un unico telaio che fa da supporto. *Questi impianti possono essere unifamiliari o anche condominiali, in particolare, nei condomini in cui la distribuzione dell'acqua calda sanitaria sia già centralizzata e specie quando l'acqua calda sia prodotta dalla stessa caldaia dell'impianto termico invernale (in estate la caldaia deve funzionare a bassissimi rendimenti), l'installazione di impianti solari può risultare semplice e conveniente.*

- *Collettori solari piani:* la tipologia più diffusa e affermata sul mercato in quanto sono i più versatili nei loro possibili utilizzi e condizioni di esercizio. Il nome di "pannelli piani" deriva dalla caratteristica di avere il corpo assorbente costituito da una lastra piana all'interno o sotto della quale scorre il fluido vettore: sono la tecnologia più diffusa e più adattabile. Rispetto a quelli in plastica offrono una resa buona tutto l'anno. Da un punto di vista costruttivo sono disponibili varie soluzioni che si distinguono per la selettività della piastra assorbente, per i materiali (rame, acciaio inox e alluminio anodizzato) e per l'essere idonee all'uso in impianti a circolazione forzata o naturale (meno costose, più affidabili, ma meno integrabili con le strutture architettoniche da un punto di vista estetico, perché il serbatoio di accumulo dev'essere posizionato più in alto del pannello e nelle immediate vicinanze). Ad oggi, valutando la tipologia di collettori solari installati per tecnologia, i collettori piani costituiscono l'84% delle vendite.
- *Collettori a tubi sottovuoto:* una tecnologia più sofisticata e costosa che consente tuttavia una ottima resa anche in climi particolarmente rigidi. In questo caso il corpo assorbente è costituito da una piccola superficie metallica, ricoperta di vernice selettiva, applicata sui tubi contenenti il fluido. Ciascun tubo è inserito in un contenitore cilindrico di vetro all'interno del quale viene creato il vuoto. Sono nella maggior parte dei casi di forma tubolare, permettendo l'inclinazione ottimale della piastra captante, anche se disposti secondo superfici orizzontali o verticali. *I collettori sottovuoto presentano il rendimento migliore in tutte le stagioni (circa un 15-20% di aumento di produzione energetica), grazie al sostanziale annullamento delle perdite per convezione.* Il costo maggiore rispetto alla soluzione piana, comunque, ne consiglia l'adozione solo in casi particolari (temperature dell'acqua più elevate e/o clima rigido). Ad oggi, valutando la tipologia di collettori solari installati per tecnologia, i collettori sottovuoto costituiscono il 14% delle vendite.

2.1.2 L'installazione

Installazione dei pannelli solari sul terrazzo	Questo genere di installazione è più semplice e conveniente perché permette di optare per soluzioni diverse. Innanzitutto il fissaggio dei pannelli e più semplice rispetto a quelli posizionati sul tetto a tegole per ovvi motivi di aggancio. Inoltre sistemare i pannelli sul terrazzo consente di creare un sistema di circolazione compatto con il serbatoio disposto vicino al pannello consentendo dunque una minore manutenzione. Sul terrazzo inoltre è possibile orientare i pannelli nella posizione ottimale (SUD) mentre in un tetto a tegole già esistente si deve valutare l'inclinazione della falda. A tal proposito comunque si può ovviare con soluzioni tecniche che chiaramente comportano dei costi aggiuntivi.
Installazione dei pannelli solari sul tetto a tegole esistente	Siamo vincolati dal tetto esistente, dalla sua pendenza, dal suo orientamento ecc. L' orientamento del tetto dovrà rivolgersi preferibilmente verso SUD. Anche l' orientamento Sud-Est e Sud-Ovest può andar bene ugualmente. La tolleranza verso est o ovest non deve superare i 30°. Di fondamentale importanza è l' inclinazione della falda che dovrà essere inclinata rispetto al piano orizzontale almeno di 35°. *E' importante che i pannelli solari siano sempre irraggiati dal sole per tutti i mesi dell' anno e che nessuna* ***zona d' ombra***[4] *si sovrapponga al pannello.* La soluzione ottimale in questo caso è quella di disporre il serbatoio di accumulo nel sottotetto. In questo modo abbiamo meno dispersione termica e maggiore facilità di manutenzione del serbatoio stesso.
Installazione dei pannelli solari nel giardino	Questa scelta è più complicata soprattutto nei centri fortemente urbanizzati, infatti per non inficiare il rendimento dell'impianto non ci devono essere zone d' ombra causate ad esempio da fabbricati vicini, vegetazione, etc.

2.1.3 Obiettivi di intervento

	L'obiettivo a livello comunitario è il target di 264 m^2/1.000 abitanti fissato dalla UE per la diffusione del solare termico al 2010. Attualmente sul territorio l'indicatore è fermo a 1.93 mq/1.000 abitanti, il Comune di Pesaro attraverso il proprio PEAC sta pianificando il ricorso al solare termico, sia sulle proprie strutture sportive, sia per il settore turistico balneare. L'azione propone una serie di servizi informativi, di supporto e di orientamento alla scelta rivolti alla cittadinanza attraverso lo Sportello Energia Comunale. Il Comune per il patrimonio pubblico di sua responsabilità provvederà ad effettuare studi di fattibilità specialmente nel settore

[4] Oltre alle intemperie anche le feci e i residui biologici degli animali possono creare zone d'ombra sui pannelli solari e influenzare il loro rendimento.

dell'edilizia scolastica, mentre per l'edilizia privata le azioni volte alla diffusione della tecnologia del solare termico sono state inserite all'interno del Regolamento Edilizio Comunale.
*L'azione propone inoltre, una serie di interventi mirati verso le utenze del settore turistico-ricettivo (bagni marini, alberghi, campeggi, piscine, edifici ad uso collettivo) sia perché presentano una richiesta elevata di energia termica, sia perché si tratta di utenze medio-grandi, dove la fattibilità economica dell'intervento è maggiore e dove è possibile ricorrere non solo agli **acquisti collettivi**,ma anche ad accordi di categoria per la manutenzione .*
La realizzazione di impianti funzionanti ed economicamente vantaggiosi è infatti lo strumento principale per superare le barriere di mercato e la mancanza di una adeguata informazione.

2.1.4 Attuabilità nel territorio comunale

Per l'utilizzo dell'energia solare a scopo termico si deve osservare che il territorio comunale offre condizioni meteorologiche favorevoli. Infatti i valori di insolazione annua pari a circa **1.340 kWh/m^2** anno sarebbero nella maggior parte dei casi sufficienti per coprire il fabbisogno annuo pro-capite di calore per acqua calda sanitaria nel settore residenziale.

Il solare termico può difatti fornire un interessante contributo al *riscaldamento delle abitazioni*; i sistemi più diffusi sono quelli combinati, ossia destinati alla produzione congiunta di calore per l'acqua calda sanitaria e il riscaldamento degli ambienti, con una copertura del carico termico richiesto mediamente del 20÷40% all'anno.

Nel *settore residenziale e nell'edilizia scolastica*, per ottimizzare la resa energetica di tali soluzioni impiantistiche è preferibile dotare i locali di un sistema di riscaldamento a bassa temperatura, tipicamente i pannelli radianti a pavimento o a parete, il cui costo si aggira intorno ai 70 - 80 euro per m^2 installato in edifici di nuova costruzione. Diversamente dai consueti termosifoni, essi richiedono temperature di esercizio basse dell'ordine di 30-35°C e, pertanto, si sposano perfettamente con le condizioni di funzionamento dei collettori solari nei mesi invernali

Nel settore degli *impianti sportivi* l'applicazione di pannelli solari non vetrati (in materiale plastico) fornisce la possibilità di coprire il fabbisogno di ACS delle piscine comunali[5] e degli impianti sportivi dotati di spogliatoi con docce. Nel *settore turistico* l'applicazione con pannelli solari non vetrati è particolarmente indicata, sia per il riscaldamento delle piscine degli alberghi, sia per la copertura del fabbisogno di

[5] con circa 350 mq di pannelli non vetrati, costituiti da fasci di tubi in materiale plastico (polipropilene) si può ottenere ACS necessaria alle docce ed al riscaldamento dell'acqua della vasca, garantendo fino al 100% delle necessità termiche delle piscine.

	energia termica per le docce degli stabilimenti balneari. La tecnologia menzionata infatti si sposa perfettamente con le attività stagionali in quanto i pannelli sono removibili.
Prospettive di sviluppo	L'azione da svolgere sul territorio sarà finalizzata alla diffusione della tecnologia del solare termico, il ruolo dell'Amministrazione Comunale è duplice. Attraverso la funzione di informazione dello Sportello Energia, sarà possibile trasmettere agli utenti/cittadini l'importanza del ricorso alle fonti rinnovabili e assimilate, con l'obiettivo di conseguire: • una riduzione delle emissioni di gas serra; • il risparmio e l'uso razionale dell'energia; • la diversificazione delle fonti di energia sul territorio; • l'induzione di cambi di comportamento negli utenti; • la diffusione dei criteri di sostenibilità ambientale presso i consumatori. Attraverso una Propria politica di ricorso alla fonte rinnovabile solare termica e ad una politica di incentivi alla diffusione della tecnologia, finalizzata: • all'acquisto ed installazione di collettori per la produzione di acqua calda sanitaria per le idonee strutture di propria competenza ; • all'impiego di calore di processo in attività artigianali, agroindustriali e florovivaistiche; • all'impiego di acqua calda sanitaria per grandi comunità, in particolare in insediamenti turistici, piscine, palestre e edilizia scolastica; • all'impiego del solare termico per la produzione di ACS in aree non servite dalla rete di gas naturale; • al ricorso alla tecnologia solare per soddisfare una quota delle necessità di ACS di tutti i nuovi edifici[6] .

2.1.5 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	In Italia una persona, per tutte le sue necessità, consuma generalmente dai 50 ai 75 litri al giorno di ACS[7] ad una temperatura di 40-45°. Questo fabbisogno è soddisfatto, in una città come Pesaro, da un impianto solare di 1m^2. *In ambito urbano l'acqua calda sanitaria è per la maggior parte dei casi prodotta con scaldabagni elettrici (in special modo nelle seconde case al mare) o caldaie a gas.* La produzione di acqua calda sanitaria, con l'uso di energia elettrica dissipata dalla resistenza presente nello scaldabagno, risulta un processo costoso dai punti di vista energetico,

[6] *A seguito dell'inserimento nel REC di apposita norma tecnica .*
[7] *Fonte : dati Enea*

	ambientale ed economico, se confrontato con la produzione di acqua calda con caldaie a gas. L'introduzione aggiuntiva di un collettore solare termico, che sostituisca parte della produzione di calore, comporta benefici energetici consistenti.

Esempio [8]: impianto solare termico per la produzione di ACS per una famiglia di 4 persone a Pesaro, integrazione su impianto presistente. Fattore di copertura del fabbisogno 75% (200 litri al giorno di ACS riscaldata da 15° a 45°).

tipologia scaldacqua	boiler elettrico	caldaia tradizionale a metano
consumi energetici	2850 kWh/a	315 m^3/a
costo indicativo impianto solare termico	2800€	2800€
finanziamento finanziaria 2007	1540€	1540€
costo residuo a carico dell'utente	1260€	1260€
risparmio economico annuale	385€/a	177€/a

Ambientali

Un indicatore di confronto tra le diverse tecnologie a disposizione può essere ritenuta la quantità di anidride carbonica mediamente immessa nell'ambiente per produrre, nelle stesse condizioni, acqua calda sanitaria per un'utenza monofamiliare (esempio precedente 4 persone).

tipologia scaldacqua	boiler elettrico	caldaia tradizionale a metano
emissioni evitate	1.6 t CO_2/a 3.6 kg di NO_x/a	0.6 t CO_2/a 0.6 t NO_x/a

I vantaggi sulla qualità dell'aria, conseguibili sul territorio comunale a seguito di una maggior diffusione del solare termico, sono evidenti.

Occupazionali e socio economici

La disponibilità di professionisti qualificati resta cruciale per lo sviluppo del mercato solare. Soprattutto progettisti ed installatori agiscono come consulenti diretti dei proprietari e giocano perciò un ruolo chiave per l'avvio del mercato.

Spesso i dubbi verso gli impianti solari termici sono dovuti non tanto per il costo iniziale, ma alla mancanza di fiducia nella tecnologia e nella qualità e affidabilità delle installa-

[8] *Fonte dati ENEA*

	zioni. *Lo strumento fondamentale individuato per la realizzazione dell'azione è la sottoscrizione di un accordo volontario, già sperimentato con successo in diverse realtà italiane, che coinvolga enti locali, progettisti, fornitori, installatori e associazioni di categoria del settore turistico-ricettivo.* Per quel che riguarda gli installatori degli impianti, l'accordo dovrà prevedere delle forme di garanzia di risultato, già introdotte dal bando del Ministero Ambiente del 21/12/2001, in modo da garantire annualmente la produzione di energia concordata con il cliente, per un dato consumo di acqua ad una data temperatura. Le associazioni di categoria dovranno impegnarsi a sostenere i propri associati nell'effettuare analisi tecnico–economiche volte a verificare l'applicabilità delle migliori tecniche e tecnologie disponibili in relazione al risparmio energetico e all'impiego delle fonti rinnovabili di energia, sia nella progettazione degli interventi di nuovo edificato che nella ristrutturazione dell'esistente.

2.1.6 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune (attraverso lo Sportello Energia) e Associazioni di categoria
Attori coinvolti o coinvolgibili	Residenti, installatori, manutentori e associazioni dei consumatori insieme ad altri soggetti, sono strettamente coinvolti nell'azione di diffusione della tecnologia di produzione di ACS tramite impianti solari termici .

2.1.7 Il ruolo dello Sportello Energia

	Un ruolo dello Sportello Energia sarà quello di informazione diretta, ma anche promozione delle iterazioni auspicabili tra i soggetti interessati: √ promozione della **pratica di acquisto cooperativo di impianti solari**, nei confronti dei residenti, attraverso incontri informativi di circoscrizione, quartiere, condominio, etc; trasmissione di competenze ai provati cittadini per fare minigare di appalto fornitura/installazione /manutenzione di impianti solari termici √ definizione e stipula di un **protocollo d'intesa** con gli installatori, i potenziali utenti interessati ed istituti di credito per l'incentivazione di installazione di impianti solari termici; √ raccolta delle informazioni e creazione di una **banca dati** informatizzata degli edifici che dispongono delle caratteristiche tecniche idonee per l'installazione di un impianto solare termico.

	√ definizione di una **campagna di divulgazione delle informazioni**, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione dei sistemi solari termici; √ promozione di iniziative rivolte alla **formazione di progettisti ed installatori** di impianti solari, con il coinvolgimento delle organizzazioni di categoria degli artigiani.

2.1.8 Esempi di buone pratiche

Criteri per il solare termico all'interno del REC	Gli interventi sotto forma di norme attuative del REC, dovranno prevedere la piena applicazione della legge L.10/91 che richiede che venga effettuata una analisi di fattibilità per l'utilizzo di energie rinnovabili per ogni sostituzione o retrofit di un impianto termico; nel caso in cui il payback semplice dell'intervento "rinnovabile" sia inferiore a 10 anni, l'intervento diventa obbligatorio. Ruolo del Comune di Pesaro sarà quello di **adottare criteri che privilegiano le scelte architettoniche**, che armonizzino da un punto di vista estetico gli impianti solari termici agli edifici; pertanto i pannelli dovranno essere: √ adagiati sulle falde del tetto (il loro rendimento, con inclinazione diversa da quella propria delle falde, non muta in modo apprezzabile), disposti in modo ordinato e compatto, scegliendo le falde meno esposte alla vista comprese in un orientamento di più o meno 45°[9] dal Sud. Il serbatoio ad essi eventualmente collegato dovrà essere posizionato al di sotto delle falde del tetto; √ appoggiati completamente sul manto di copertura, evitando di far loro assumere pendenze e orientamenti diversi per i quali siano necessari quei supporti che risultano anch'essi molto visibili; √ inseriti nell'architettura dell'edificio fin dal suo progetto iniziale, prevedendo pareti inclinate o superfici continue. questa modalità può essere la più vantaggiosa specie se utilizzata in edifici di nuova costruzione; √ collocati su supporti idonei a fianco dell'edificio. questa modalità può riguardare edifici isolati, nuovi o esistenti, con spazi di pertinenza adeguati. e' la preferibile dal punto di vista paesaggistico; √ prevedere la riduzione degli oneri di urbanizzazione secondaria prevista per l'installazione di impianti solari termici fino al 50%; √ prevedere ulteriori incentivi nel caso l'installazione sia compresa in un progetto di ristrutturazione/ riqualificazione edilizia;

[9] *Inclinazione consigliata per la maggior parte del territorio città di Pesaro*

	√ per l'edilizia residenziale isolata: incentivi alla realizzazione di impianti solari termici stand alone per garantire la piena indipendenza dal punto di vista dell'energia termica a queste utenze isolate.
Altre azioni mirate alla diffusione del solare termico promosse dal Comune	Il Comune può promuovere altre iniziative finalizzate alla diffusione territoriale della tecnologia attraverso: √ la **realizzazione del Catasto Solare Comunale**: dall'esame dei dati climatici e degli scambi energetici si evince la potenzialità di utilizzazione dell' energia solare, individuando contestualmente in quali quartieri si ha maggior produttività e differenziando gli incentivi comunali in base a quest'ultima; √ **accordi tra Comune e principali produttori, rivenditori, installatori, manutentori di impianti solari termici/fotovoltaici** (prezzi concordati, garanzie minime su funzionalità intero impianto e sui pannelli, supporto tecnico, formazione degli utilizzatori, distribuzione di un manuale tecnico sull'impianto in italiano,) finalizzati anche alla progettazione di interventi su centri sportivi, piscine pubbliche, stabilimenti balneari, ospedali, case di cura, alberghi, campeggi , residenze universitarie per studenti e foresterie per docenti; √ **bando pubblico** per la copertura attraverso l'energia Solare della necessità di ACS per asili, mense scolastiche, scuole, piscine, palestre; √ **incentivi economici** nell' integrazione boiler elettrico/pannelli solari per le residenze estive in affitto; √ incentivo/semplificazione iter burocratico per la sostituzione del boiler elettrico nelle residenze di proprietà, con caldaia a gas e impianto solare ACS; √ incentivi/semplificazioni per impianti solari abbinati a riscaldamento con pannelli radianti; √ promozione attraverso i rappresentanti di categoria di accordi condominiali per l'acquisto l'installazione di solare termico e fotovoltaico.

2.1.9 Aspetti economici

Costi	Per impianti solari atti alla produzione di sola ACS a circolazione forzata il mercato offre prezzi attorno agli 800-1.000 €/m^2 di superficie dei collettori, comprensivi di installazione e messa in opera. Un impianto di 5 m^2 di superficie dei collettori, atto a soddisfare il 100% di richiesta di ACS, legata ad una famiglia di 4 persone, ai valori di insolazione tipici dell'Italia del centro, costa tra i 3.000 e i 4000 €. Per la produzione combinata di ACS e riscaldamento ambienti, il mercato offre oggi impianti solari combinati a prezzi variabili tra i 750 e i 1.000 €/m^2 di superficie dei collettori, comprensivi di installazione e messa in opera. Mediamente quindi un impianto di 10 m^2 di superficie dei

	collettori, atto al riscaldamento di una casa unifamiliare di circa 100 m^2 abitata da 4 persone, determina costi d'investimento compresi tra i 7.500 e i 10.000 €. Nel caso de solare termico il costo al metro quadro è puramente indicativo, poiché il vero costo dipende strettamente dalle dimensioni, dalla tipologia impiantistica e deve essere correlato alla quantità di acqua calda prodotta in un anno. *Indicativamente* si può dire che il costo è di circa 700 € a m^2 per collettori di tipo piano ad accumulo integrato, circa 1.000 € a m^2 per collettori sottovuoto, circa 300 € per collettori non vetrati.
Analisi dell'investimento	Ipotizzando una famiglia media di 4 persone (esempio precedente) con un fabbisogno di acqua calda sanitaria di 200 l al giorno, il pannello installato (circa 1 m^2 procapite) ha un prezzo di circa 2800 euro. Considerando che i lavori di ristrutturazione finalizzati al risparmio energetico, come quelli di installazione di pannelli solari, sono soggetti alla detrazione IRPEF del 55% dell'intero importo IVA compresa; nell'esempio fatto il rimborso fiscale statale sarà pari a 1540 Euro, e quindi il pannello installato avrà un costo effettivo pari a 1.260 Euro. Generalmente il tempo di ritorno dell'investimento è valutabile mediamente in circa 5 anni, ma decresce in alcune applicazioni con forti consumi estivi, come campeggi e alberghi, e cresce quando i consumi di acqua calda sono modesti ed irregolari. Il recupero dell'investimento è accelerato da alcune facilitazioni disponibili per i sistemi solari. Infatti, per incentivare gli utenti interessati agli impianti solari, in ambito nazionale e locale vi sono alcune interessanti opportunità, quali contributi economici, aliquota Iva del 10%, detrazione IRPEF.
Incentivi	A livello nazionale si sono susseguiti ciclicamente diversi tipi di incentivo nei confronti del solare termico: • Il bando "Solare termico", emanato il 21/12/01 dal Ministero dell'Ambiente per incentivare l'installazione di impianti solari termici a bassa temperatura da parte di enti pubblici ed aziende distributrici di gas prevede contributi finanziari fino al 30% del costo d'investimento (IVA esclusa). • Anche per i soggetti che non possono beneficiare di tale bando esistono forme di incentivi a livello nazionale, valide per gli impianti a fonti rinnovabili in generale: aliquota IVA del 10% sulla realizzazione dell'impianto e detrazione IRPEF sulle spese documentate e fatturate. • Per le spese documentate, relative all'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università, spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55

	<u>per cento</u> degli importi rimasti a carico del contribuente, fino a un valore massimo della detrazione di 60.000 euro, da ripartire in tre quote annuali di pari importo. Per impianti di dimensione consistenti (piscine, scuole, palestre) può essere valutata la possibilità di stipulare contratti a prestazioni garantite. Essi, offerti usualmente da **E.S.Co.** (aziende di servizi specializzate nella gestione dell'energia) prevedono il monitoraggio delle prestazioni energetiche dell'impianto, e che le E.S.Co. venga remunerata per l'installazione e gestione del sistema solo se la sua efficienza raggiunge una soglia minima prestabilita.

2.1.10 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	L'energia elettromagnetica proveniente dal sole, misurata su una superficie perpendicolare ai raggi solari e posta al di fuori dell'atmosfera terrestre, prende il nome di "costante solare" e presenta un valore medio di circa 1,25 kW/ m². Il valore della radiazione solare che raggiunge la terra è minore, in quanto filtrata ed attenuata dall'atmosfera terrestre. L'energia solare incidente al suolo, ovvero la radiazione solare che colpisce il terreno varia in funzione del luogo (latitudine ed altezza s.l.m.) e della disposizione (inclinazione e orientamento rispetto al Sud) della superficie. *Questo potrebbe causare la non accessibilità alle ottimali condizioni di insolazione per tutti gli edifici.* A questo va sommata la difficoltà nell'avere il nulla osta condominiale per l'istallazione dei pannelli sul tetto, eventuali aree poste sotto vincolo di tutela architettonica e la mancanza di conoscenza di operatori e manutentori affidabili.
Procedure autorizzative	Gli impianti solari termici per usi civili possono essere considerati come parte integrante dell'impianto idrosanitario, per questo non servono particolari autorizzazioni se non quelle richieste dal Comune. Se il fabbricato è vincolato o ricade in area soggetta a vincolo vanno richieste le necessarie autorizzazioni agli uffici competenti. La certificazione delle opere e il collaudo devono essere eseguiti secondo le disposizioni previste dalla legge 46/90 e successivi decreti attuativi.
Manutenzione	La tecnologia del solare termico è considerata matura da diversi anni ed ha reso gli impianti solari molto affidabili nel tempo (la durata di vita è superiore a 20 anni); di norma tali impianti necessitano solo di un minimo impegno di manutenzione. Tuttavia bisogna in ogni caso verificare di tanto in tanto il buon funzionamento. Alcuni controlli possono essere eseguiti con regolarità anche dal proprietario, quali il generale funzionamento controllando la temperatura dell'acqua tramite i termometri dell'impianto e la pulizia dei vetri di copertura se questi sono molto sporchi. Altri controlli devono essere eseguiti da personale specializzato con cadenza biennale (da effettuarsi, ad esempio, in concomi-

	tanza con il controllo della caldaia) quali la concentrazione dell'eventuale antigelo, il valore pH della miscela di acqua e glicole, l'anodo anticorrosione nel serbatoio dell'acqua sanitaria.

2.1.11 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	m^2 di pannelli installati/anno m^2 di pannelli installati/su residente

2.1.12 Quadro normativo di riferimento

CE	L'uso dell'energia solare termica non e' disciplinato da nessuna direttiva comunitaria.
Nazionale	• Legge n. 10 del 09/01/1991: "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"; • D.P.R. n. 412 del 26/08/1993: "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici"; • Legge n. 46 del 05/03/1990: " Norme per la sicurezza degli impianti"; • D.P.R. n. 447 del 06/12/1991: "Regolamento di attuazione della legge 5 Marzo 1990, n°46, in materia di sicurezza degli impianti"; • D.L. n. 626 del 19/04/1994: "Attuazioni delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"; • D.P.C.M. del 01/03/1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; • D.L. 2 Aprile 1998 del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato "Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi"; • Norme, decreti, leggi e disposizioni emanate da ogni autorità riconosciuta (UNI, CEI; ISPESL,ecc.) direttamente o indirettamente interessata ai lavori.

2.2 SOLARE FOTOVOLTAICO

2.2.1 La tecnologia

La più importante fonte rinnovabile disponibile sul pianeta è rappresentata dall'energia solare, la cui entità è circa 10.000 volte superiore al consumo energetico annuale di tutto il mondo. L'energia solare è l'energia raggiante sprigionata dal Sole per effetto di reazioni nucleari (fusione dell'idrogeno) e trasmessa alla Terra (ed in tutto lo spazio circostante) sotto forma di radiazione elettromagnetica. Dell'energia solare che raggiunge la superficie della Terra quasi metà viene riemessa nello spazio come radiazione infrarossa, una parte alimenta il ciclo idrologico, provoca gradienti termici dell'atmosfera e quindi i venti, e una percentuale molto piccola è assorbita dalle piante per i processi di fotosintesi. L'energia solare è dunque l'origine di quasi tutte le altre fonti energetiche, rinnovabili e convenzionali, ad eccezione di quella geotermica, nucleare e gravitazionale (maree). Essa è rinnovabile in quanto la sua fonte (il sole) è inesauribile e ha un impatto ambientale molto limitato rispetto ai combustibili fossili.

	Il Solare Fotovoltaico è una tecnologia che permette la conversione diretta[10] dell'energia solare in energia elettrica. La trasformazione dell'energia solare in energia elettrica è sicuramente il modo più razionale ed ecologicamente sostenibile per alimentare diverse tipologie di utenza. Sviluppata alla fine degli anni 50 nell'ambito dei programmi spaziali, per i quali occorreva disporre di una fonte di energia affidabile ed inesauribile, la tecnologia fotovoltaica si va oggi diffondendo molto rapidamente come l'alimentazione di utenze isolate o gli impianti installati sugli edifici e collegati ad una rete elettrica. Il flusso di energia incidente su una superficie disposta normalmente ai raggi solari fuori dall'atmosfera è definita costante solare ed il suo valore è di circa 1.400 W/m2. La radiazione solare viene in parte riflessa e in parte assorbita dall'atmosfera; una parte raggiunge il suolo (radiazione diretta) insieme a quella diffusa dall'atmosfera (radiazione diffusa) e la loro somma è la radiazione totale, che dipende dalla posizione geografica del luogo considerato e dal microclima locale.
Stato dell'arte	Lo sfruttamento della tecnologia fotovoltaica deve essere favorito approfittando del fatto che, al momento, il mercato italiano mostra vendite in crescita e le prospettive future sono positive; questo anche grazie alle tariffe incentivanti che sono tra le più alte della Comunità Europea. Si ritiene che il mercato italiano seguirà l'andamento di altri paesi, ma più velocemente, perché potrà beneficiare dell'affidabilità degli attuali prodotti e dall'esperienza di altri mercati. D'altra parte, per la creazione di un mercato sostenibile per gli impianti fotovoltaici sono necessarie le seguenti condizioni: √ interesse pubblico verso il fotovoltaico; √ disponibilità di prodotti affidabili ed economici; √ disponibilità di installatori, pianificatori ed architetti qualificati; √ procedure burocratiche semplificate per i permessi di costruzione; √ incentivi non burocratici per gli investitori pubblici e privati. A livello internazionale si è creato negli ultimi anni un dinamico mercato legato alla realizzazione di impianti fotovoltaici, soprattutto collegati alla rete. Nel 2004 l'Europa ha superato la soglia di potenza fotovoltaica installata di 1 GW; i paesi leader in Europa[11] erano la Germania, con 800 MW installati, l'Olanda con 50 MW installati, la Spagna con 40 MW installati; l'Italia era al quarto posto con 30 MW installati.

[10] *Un impianto fotovoltaico consente di trasformare direttamente la radiazione solare in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto "effetto fotovoltaico", che si basa sulla proprietà di alcuni materiali conduttori opportunamente trattati, tra i quali il silicio, di generare direttamente energia elettrica quando vengono colpiti dalla radiazione solare.*

[11] *Fonte: dati dell'Osservatorio sulle Fonti Rinnovabili aggiornati a fine 2004.*

	Il GSE comunica in tempo reale, sul suo portale, la situazione degli impianti installati: al 5 febbraio 2009 *sono presenti sul territorio nazionale impianti fotovoltaici pari a 310 MW di potenza installata*, grazie agli incentivi previsti dal conto energia gli impianti in esercizio superano le 27.000 unità. Il mercato italiano è sicuramente decollato. Uno studio della Commissione Europea ha rilevato che in Italia la superficie di tetti disponibili (con orientamento verso Sud, Est o Ovest) è di 370.000.000 m^2, mentre quella delle facciate è di quasi 200.000.000 m^2. Se questi spazi fossero coperti da moduli fotovoltaici, sarebbe possibile produrre circa 130 TWh/anno, vale a dire 130 mila milioni di kWh l'anno, pari al consumo annuo di energia elettrica di oltre 30 milioni di famiglie (considerando una media di 4.000 kWh/anno per nucleo familiare). Sono ovviamente calcoli ipotetici, ma che fanno comunque comprendere l'enorme potenziale offerto da simili applicazioni. Con la delibera 224/00 e la successiva 28/06 l'Autorità per Energia Elettrica ed il Gas ha normalizzato la possibilità di effettuare lo scambio di energia elettrica con la rete per impianti fotovoltaici fino a 20 kWp, introducendo un sistema di **scambio sul posto** cosiddetto "net-metering". In base a questo schema di contratto l'energia prodotta da impianti fotovoltaici può essere scambiata con la rete tramite l'azienda elettrica cui è allacciato il cliente produttore di energia fotovoltaica. Il *meccanismo del conto energia ha valorizzato l'energia elettrica prodotta da questa fonte rinnovabile*, riconoscendone il valore aggiunto di tutela dell'ambiente e definendone pertanto una tariffa che permetta un equa remunerazione dei costi di investimento ed esercizio.
Caratteristiche tecniche	Il componente base della tecnologia è la cella fotovoltaica[12] che si comporta come una minuscola batteria, si genera una piccola differenza di potenziale tra la superficie superiore (-) e inferiore (+). La radiazione solare incidente sulla cella è in grado di mettere in movimento gli elettroni interni al materiale, che quindi si spostano dalla faccia negativa a quella positiva, generando una corrente continua, producendo, nelle condizioni di soleggiamento tipiche italiane, una corrente di 3 A (Ampère) con una tensione di 0.5 V (Volt), quindi una potenza di 1.5 W (Watt). Si assume di conseguenza che una cella fotovoltaica è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard[13] . Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura a sandwich formano un modulo fotovoltaico, che dal punto di vista elettrico è costituito dal collegamento in serie di più celle (36, 64, 72); più moduli connessi in serie e parallelo formano un pannello e, analogamente, più pan-

[12] *dispositivo costituito da una sottile fetta (0,25 - 0,35 mm) di materiale semiconduttore, generalmente di forma quadrata, con superficie compresa tra 100 e 225 mm^2.*
[13] *vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m².*

nelli formano una stringa, più stringe formano un campo fotovoltaico.

La potenza in uscita da un dispositivo FV quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di **potenza di picco** (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento. L'output elettrico reale in esercizio è in realtà minore del valore di picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione.

Le tecnologie di produzione delle celle fotovoltaiche si dividono sostanzialmente in tre famiglie:

- silicio cristallino: che comprende il monocristallino e il policristallino, in questo momento la più utilizzata dal punto di vista industriale, con rendimenti compresi tra il 14 ed il 18%;
- film sottile: con l'amorfo tradizionale e i sistemi multigiunzione, sicuramente la tecnologia meno costosa e più semplice da produrre, ma anche quella che fornisce i rendimenti più bassi, compresi tra il 6 e 9%;
- arseniuro di gallio ed altri dispositivi ad alta efficienza : è attualmente la più interessante dal punto di vista dell'efficienza ottenuta, superiore al 25-30%, ma la produzione di queste celle è limitata da costi altissimi e dalla scarsità del materiale.

Data la loro modularità, i sistemi fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. La principale classificazione dei sistemi fotovoltaici divide i sistemi in base alla loro configurazione elettrica rispettivamente in:

- sistemi autonomi ("stand alone")
- sistemi connessi alla rete elettrica ("grid connected")

A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una "stringa". La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico.

Si possono suddividere le applicazioni in due grandi categorie di sistemi:

√ quelli isolati
√ quelli connessi alla rete elettrica.

I <u>sistemi isolati</u> trovano la loro applicazione nel caso di utenze particolari, ad esempio impianti di servizio, quali ponti radio e impianti di segnalazione, potabilizzazione dell'acqua, semaforica ed abitazioni situate in località remote; per tali utenze rappresentano spesso una soluzione economicamente vantaggiosa rispetto alla costruzione di linee elettriche o l'utilizzo di gruppi elettrogeni. In questi impianti l'energia generata alimenta direttamente il carico elettrico. Quella in eccesso viene accumulata nelle batterie che la rendono disponibile nei periodi in cui il generatore fotovoltaico non è in nelle condizioni di fornirla. Questi im-

pianti rappresentano la soluzione più idonea a soddisfare utenze isolate che possono essere convenientemente equipaggiate con apparecchi utilizzatori che funzionano in corrente continua.
Un semplice impianto fotovoltaico isolato è composto dai seguenti elementi:

1. Cella solare: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica. Per ricavare più potenza vengono collegate tra loro diverse celle.
2. Regolatore di carica: é un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori. Uno dei suoi compiti é di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno.
3. Accumulatori: sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico. Essi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irradiamento solare.
4. Inverter (o convertitore): trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 220V. Se l'apparecchio da alimentare necessita di corrente continua si può fare a meno di questa componente.
5. Utenze: apparecchi alimentati dall'impianto fotovoltaico.

Spesso vengono impiegati anche degli impianti composti. Per esempio impianti fotovoltaici in combinazione con gruppi elettrogeni a motore Diesel. In questo caso l'impianto fotovoltaico fornisce la potenza base utilizzata di solito. Per consumi elevati a breve durata (o in caso si emergenza) viene inserito il gruppo elettrogeno.

Nei <u>sistemi connessi alla rete</u> è necessario trasformare la corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata tramite un dispositivo chiamato inverter. Quando l'energia richiesta dall'utenza è superiore a quella prodotta dal sistema fotovoltaico, la rete elettrica interviene fornendo la quota mancante. Viceversa, nei periodi in cui non vi è consumo, l'elettricità può essere immessa nella rete. Negli impianti connessi ad una rete l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata ed immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio.
Un impianto fotovoltaico per immissione in rete é principalmente composto dai seguenti componenti:

1. un insieme di moduli fotovoltaici;
2. un gruppo di conversione dell'energia, costituito da un inverter che trasforma la corrente continua proveniente dai moduli in corrente alternata convenzionale a 220V di tensione per il collegamento alla rete;
3. quadro elettrico di parallelo rete: in caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte dei moduli fotovoltaici la corrente viene prelevata dalla rete pubblica; in caso contrario

4. l’energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete;
5. contatori: essi misurano la quantità di energia fornita dall'impianto fotovoltaico alla rete o prelevata dalla rete.

Gli impianti fotovoltaici per immissione in rete rappresentano dal punto di vista applicativo la soluzione ideale in quanto tutta l’energia generata dall’impianto viene comunque utilizzata: o direttamente dall’utente o immessa nella rete elettrica che costituisce quindi un sistema di accumulo infinito. La mancanza di un sistema di accumulo locale consente inoltre di ridurre sia i costi iniziali sia quelli di esercizio (le batterie di accumulo dopo un certo numero di anni devono infatti essere sostituite).
L'efficienza d'impianto è influenzata in maniera consistente dai componenti elettrici necessari per il trasferimento dell'energia prodotta dal modulo fotovoltaico all'utenza. Si parla in termini tecnici di efficienza del BOS. Un valore dell'85% è generalmente considerato accettabile. Il dispositivo che causa la riduzione della potenza effettivamente utilizzabile all'utenza è l'inverter.

La **dimensione dell’impianto** fotovoltaico è calcolata sulla base dell’energia che si vuole produrre o come per le utenze domestiche, da quella consumata. Tale valore può essere ricavato dalla lettura dell’ultima bolletta elettrica o, meglio ancora, dalla media dei valori annui di consumo degli ultimi tre o quattro anni. Il consumo di energia dipende da tanti fattori, tra i quali il comportamento dell’utenza e il numero e l’efficienza delle apparecchiature elettriche installate. *Dai dati statistici rilevati risulta che il consumo medio di energia elettrica di una famiglia italiana è compreso tra i 3.000 e i 4.000 kWh/anno.*

2.2.2 L’installazione

Installazione dei pannelli fotovoltaici su terrazzo o tetto piano

I pannelli fotovoltaici devono essere installati in una posizione bene esposta alla radiazione solare e possibilmente, sfruttando una integrazione con gli elementi architettonici dell’edificio.
Ai fini del calcolo si può ragionare indifferentemente per mq di pannelli FV o per unità di potenza installata (ad es. 1kWp). Si ipotizza che i pannelli FV siano inclinati di 30° sull’orizzontale ed orientati verso Sud. Per l'efficienza dei moduli si è preso un valore conservativo di 12.5% (i moduli possono avere efficienze anche fino al 16 – 17%), mentre per quella del BOS un valore dell'85% (include l'efficienza dell'inverter ed altri fattori di perdita, come ad esempio le perdite nei cavi elettrici di collegamento);in queste condizioni 1KWp di FV (che occupa circa 10mq) produce dai 1200 ai 1800 KWh/KWp l’anno. Il massimo irraggiamento solare è ottenibile, alla nostra latitudine e su base annua, orientando l’impianto fotovoltaico verso Sud e inclinandolo, rispetto all’orizzontale, di circa 30°. Spesso

	però s'interviene su edifici già esistenti che non presentano superfici, disponibili ad accogliere i moduli fotovoltaici, correttamente orientate. Rivolgendo ad esempio l'impianto verso Est o Ovest si perde circa il 10% dell'energia massima ottenibile rispetto al preciso orientamento a Sud e di 30°. Nel caso in cui la superficie su cui si applica l'impianto fotovoltaico è verticale, se l'orientamento è verso Sud si perde circa 1/3 dell'irraggiamento solare annuale disponibile, mentre se è verso Est o Ovest solo il 55 % dell'energia disponibile è effettivamente sfruttabile.
Installazione dei pannelli fotovoltaici sul tetto a tegole esistente	Questo genere di installazione è più semplice e conveniente perché permette di optare per soluzioni diverse. Innanzitutto il fissaggio dei pannelli e più semplice rispetto a quelli posizionati sul tetto a tegole per ovvi motivi di aggancio Sul terrazzo inoltre è possibile orientare i pannelli nella posizione ottimale (SUD) mentre in un tetto a tegole già esistente si deve valutare l'inclinazione della falda. A tal proposito comunque si può ovviare con soluzioni tecniche che chiaramente comportano dei costi aggiuntivi. I moduli vengono montati in file che devono essere distanziate tra loro per evitare effetti di ombreggiamento. La distanza tra una fila e l'altra può essere notevolmente ridotta se l'inclinazione dei moduli non è eccessiva. Per un uso residenziale siamo vincolati dal tetto esistente, dalla sua pendenza, dal suo orientamento ecc. L' orientamento del tetto dovrà rivolgersi preferibilmente verso SUD. Anche l' orientamento Sud-Est e Sud-Ovest può andar bene ugualmente. La tolleranza verso est o ovest non deve superare i 30°. I moduli vengono montati sulla falda più soleggiata dell'edificio, la loro inclinazione ed il loro orientamento quindi sono vincolati e la resa energetica può non essere ottimale. Considerando come periodo di captazione l'intero anno, non si hanno eccessive penalizzazioni per orientamenti differenti da sud se l'inclinazione dei moduli è piccola. Di fondamentale importanza è l' inclinazione della falda che dovrà essere inclinata rispetto al piano orizzontale almeno di 35°. E' importante che i pannelli fotovoltaici siano sempre irraggiati dal sole per tutti i mesi dell' anno e che nessuna zona d' ombra si sovrapponga al pannello. La soluzione ottimale in questo caso è quella di disporre inverter,contatori e quadro elettrico nel sottotetto o in un locale interno all'edificio. In questo modo maggiore facilità di manutenzione del serbatoio stesso. Per un uso produttivo possiamo avvalerci dei numerosi tetti piani presenti nel patrimonio edilizio ad uso non residenziale, consideriamo anche in questo caso la copertura con moduli fotovoltaici di numerosi parcheggi pubblici e privati.
Installazione in facciata	Le facciate dell'edificio offrono in genere ampie superfici che non vengono sfruttate. Costituiscono quindi elementi dell'edificio sui quali è possibile installare i moduli fotovoltaici. Questa soluzione, rispetto alle altre, presenta comunque degli inconvenienti tra i quali: effetto estetico non

	sempre accettabile, maggiore possibilità di ombreggiamenti da parte di altri edifici, penalizzazione a volte eccessiva nel caso di orientamenti non ottimali. Negli ultimi anni è però in continua crescita l'offerta di moduli integrabili nell'involucro esterno in modo da soddisfare anche le esigenze tecniche ed estetiche più varie richieste dai progettisti. Nei *sistemi di facciata inclinati* l' assemblaggio avviene attraverso l'impiego dei sistemi di costruzioni convenzionali delle facciate, infatti, sul mercato è possibile trovare sistemi provenienti da tecniche tradizionali: la facciata a scandole con sottostruttura in alluminio oppure a lastre accostate ne sono un esempio. In questi casi le **pareti esposte a Sud** vengono rivestite con moduli fotovoltaici in sostituzione delle lastre di pietra o dei pannelli metallici o di altri materiali. La tecnica più utilizzata però è quella che utilizza cellule solari inserite tra due lastre di vetro assemblate con i profili delle facciate continue di comune utilizzo. I moduli fotovoltaici possono essere utilizzati anche per facciate in vetro strutturale ma, in questo caso, si presentano le difficoltà riguardanti la sigillatura dei bordi e la sostituzione dei moduli eventualmente danneggiati. Spesso nelle facciate continue vengono utilizzati moduli opachi nelle zone dei parapetti o al di sopra delle finestre; nelle zone in cui invece sia necessario un passaggio di luce naturale non eccessivo, vengono impiegati moduli semitrasparenti. Sostanzialmente i rendimenti per questo tipo di installazione sono inferiori di un 30% rispetto agli altri esaminati. I *sistemi di facciata inclinati*, offrono, rispetto a quelli verticali, un miglior rendimento energetico. Fondamentale risulta la progettazione di un sufficiente spazio retrostante alla facciata, in modo da permettere un agevole cablaggio, e prevenire un eccessivo accumulo di calore, che nuocerebbe al rendimento del generatore, magari prevedendo un sistema di ventilazione naturale. La funzione di elemento protettivo che ha in questi casi il rivestimento esterno, fa in modo che essi non costituiscano una voce aggiuntiva al costo dell'edificio terminato, ma un elemento costruttivo che sostituisce quelli tipici delle soluzioni tradizionali. Vengono definiti sistemi accessori, poiché aggiunti alla struttura ed indipendenti da essa (frangisole, lucernai, parapetti, fioriere).
Installazione dei pannelli fotovoltaici a terra	Per un uso *residenziale* questa scelta è più complicata soprattutto nei centri fortemente urbanizzati, infatti per non inficiare il rendimento dell'impianto non ci devono essere zone d' ombra causate ad esempio da fabbricati vicini, vegetazione, etc. Per un uso *produttivo* è auspicabile ubicare l'impianto laddove non si sottragga terreno agricolo o destinato al verde, ma si recuperino terreni bonificati da contaminanti, aree dismesse etc.

Sistemi fotovoltaici architettonicamente integrati	Una menzione a parte va al cosiddetto BIPV, acronimo di Building Integrated PhotoVoltaics, ovvero Sistemi fotovoltaici architettonicamente integrati. L'integrazione architettonica si ottiene posizionando il campo fotovoltaico dell'impianto all'interno del profilo stesso dell'edificio che lo accoglie. Le tecniche sono principalmente 3: sostituzione locale del manto di copertura (es. tegole o coppi) con un rivestimento idoneo a cui si sovrappone il campo fotovoltaico, in modo che questo risulti affogato nel manto di copertura; impiego di tecnologie idonee all'integrazione, come i film sottili; impiego di moduli fotovoltaici strutturali, ovvero che integrano la funzione di infisso, con o senza vetrocamera. I costi per ottenere un impianto BIPV sono più alti rispetto a quello tradizionale, ma il risultato estetico è talmente pregevole che la normativa stessa del Conto energia li tutela e valorizza, riconoscendo una tariffa incentivante sensibilmente più elevata .
Sistemi ad Inseguimento	Il rendimento di un sistema fotovoltaico può essere incrementato utilizzando un inseguitore solare con il quale si può ottenere un 30% in più di energia prodotta al giorno rispetto ad un impianto fisso, installato in modo tradizionale. Negli impianti ad inseguimento i moduli fotovoltaici vengono montati su **apposite strutture mobili**, dette inseguitori, che permettono di orientare in maniera ottimale il campo fotovoltaico con la migliore esposizione ai raggi solari e beneficiare sempre della massima captazione dell'energia solare. La scelta di un impianto ad inseguimento, rispetto ad uno fisso, è in ogni caso subordinata alla disponibilità di una superficie di maggiore estensione. Attualmente esistono in commercio due differenti tipologie di inseguitori: ➢ **inseguitori a un asse**: il sole viene "inseguito" esclusivamente nel suo movimento est - ovest (azimut). Rispetto a un impianto fisso realizzato con gli stessi componenti e nello stesso sito, l'incremento della produttività del sistema si può stimare intorno al 20% su scala annua. ➢ **inseguitori a due assi**: qui l'inseguimento del Sole avviene sui due assi, verticale in direzione est-ovest (azimut) e orizzontale in direzione nord-sud (distanza dallo zenit). In commercio esistono modelli che garantiscono un incremento di produttività fino al 30 - 35% su scala annua, con picchi superiori al 50% (nelle condizioni ottimali nel periodo estivo), rispetto ad un impianto fisso realizzato con gli stessi componenti e nello stesso sito. Di contro si hanno maggiori costi rispetto ad un impianto fisso, a parità di potenza installata sono quantificabili in un 15-20% in più.

2.2.3 Obiettivi di intervento

L'azione propone una serie di servizi informativi, di supporto e di orientamento alla scelta rivolti alla cittadinanza attraverso lo Sportello Energia Comunale.

Il Comune per il patrimonio pubblico di sua responsabilità ha già provveduto ad effettuare studi di fattibilità, mettendo successivamente a bando le coperture degli edifici di sua proprietà ritenute idonee all'installazione.

Per l'edilizia residenziale privata le azioni volte alla diffusione della tecnologia del fotovoltaico sono state inserite all'interno del Regolamento Edilizio Comunale, prevedendo l'obbligo di installazione della tecnologia sugli edifici di nuova realizzazione, in cui la potenza installata per ciascuna unità abitativa non deve essere inferiore a 0,2 kW.

La realizzazione di impianti funzionanti ed economicamente vantaggiosi è lo strumento principale per superare le barriere di mercato e la mancanza di una adeguata informazione; l' Amministrazione Comunale potrà di conseguenza favorire lo sviluppo del mercato territoriale del solare fotovoltaico anche a seguito di accordi quadro con progettisti, installatori e manutentori, al fine di fornire agli utenti dello Sportello Energia un servizio di orientamento che superi quello puramente informativo.
La disponibilità di professionisti qualificati resta cruciale per lo sviluppo del mercato: soprattutto progettisti ed installatori agiscono come consulenti diretti dei proprietari e giocano perciò un ruolo chiave per l'avvio del mercato.

2.2.4 Attuabilità nel territorio comunale

Il Comune di Pesaro ha sviluppato una campagna di copertura fotovoltaica di alcuni edifici e parcheggi nel territorio comunale. Le diverse iniziative messe in atto ed il forte interesse suscitato, fanno prevedere un forte sviluppo del mercato locale, anche grazie al sistema di incentivi economici rappresentato dal Conto Energia.

La progettualità di ogni fase associata al ricorso al fotovoltaico deve essere particolarmente curata, in quanto la quantità di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico dipende da numerosi fattori:

- √ superficie dell'impianto;
- √ angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale (tilt);
- √ angolo di orientamento rispetto al sud (azimut);
- √ valori della radiazione solare incidente;
- √ efficienza dei moduli;

	√ efficienza del sistema di conversione; √ assenza di zone d'ombra; √ altri parametri (p.es. temperatura di funzionamento). Ipotizzando che i pannelli fotovoltaici siano inclinati di 30° sull'orizzontale ed orientati verso sud, la produzione di energia elettrica annua per ogni kWp di potenza installata sul territorio comunale è mediamente stimabile in **1200 kWh**.
Prospettive di sviluppo	L'obiettivo dell'azione di copertura degli edifici comunali è la diffusione e la realizzazione di impianti ad energia fotovoltaica in modo uniforme su tutto il territorio comunale. Il Comune di Pesaro, dando priorità alla copertura degli spazi adibiti a parcheggi ed alle strutture pubbliche, in particolare a quelle scolastiche, ha messo in essere una forte azione di sensibilizzazione che può portare notevoli benefici di tipo informativo ed educativo dovuti ai contatti diretti (studenti, docenti e personale non docente) ed indiretti (famiglie e altre scuole). Grazie all'azione dello Sportello Energia sarà possibile realizzare campagne di sensibilizzazione, rivolte alla cittadinanza, che abbiano come punto di distinzione visite guidate agli impianti installati sulle strutture di competenza dell'Amministrazione Comunale. A seguito di opportuni accordi quadro tra l'Amministrazione Comunale e le associazioni di categoria di progettisti, installatori e manutentori sarà possibile prevedere pacchetti "chiavi in mano" per i residenti; inoltre in accordo con le associazioni degli amministratori condominiali sarà possibile prevedere agevolazioni per l'installazione di impianti fotovoltaici di condominio, prioritariamente destinati alla riduzione delle spese legate all'illuminazione degli spazi comuni, ascensore, etc.

2.2.5 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Per la produzione di elettricità si considera un consumo standard di elettricità di un' abitazione monofamiliare di 3000 - 4000 kWh/anno; un sistema FV per uso domestico a Pesaro, dovrebbe avere una potenza compresa tra 2 e 3 kWp per soddisfare i bisogni elettrici dell'utenza. Si osserva, inoltre, che, con gli attuali valori di efficienza dei moduli in commercio, tale potenza corrisponde ad una superficie occupata pari a circa 16-20 m^2. Tuttavia, essendo la continuità del servizio assicurata dal collegamento alla rete, non è necessario dimensionare il sistema affinché soddisfi interamente i bisogni delle utenze. Può quindi accadere che il dimensionamento sia limitato dal budget o dalla superficie disponibile.
Ambientali	Per quanto riguarda il consumo energetico necessario alla

	produzione di pannelli, quello che viene chiamato energy pay back time[14], è sceso drasticamente negli ultimi anni ed è pari attualmente a circa 3 anni. Per i moduli in film sottile, l'energy pay back time scende addirittura a un anno. Questo significa che, considerando una vita utile di questi pannelli fotovoltaici di circa 30 anni, per i rimanenti 27-29 anni l'impianto produrrà energia pulita. L'energia elettrica prodotta tramite sistemi fotovoltaici è rinnovabile e prodotta senza alcuna emissione inquinante. L'esercizio dei sistemi fotovoltaici ha un impatto ambientale nullo nel caso di sistemi collegati alla rete e un impatto minimo in caso di sistemi non allacciati, derivante esclusivamente dalla sostituzione delle batterie di accumulo. I benefici ambientali derivanti dall'installazione di sistemi fotovoltaici possono essere espressi in termini di emissioni evitate: si quantificano, cioè, le emissioni che si sarebbero prodotte per la generazione di una pari quantità di energia elettrica tramite sistemi termoelettrici. In campo energetico, è importante, data la rilevanza del problema cambiamento climatico e il peso che il settore energetico riveste in questo contesto, considerare le emissioni di gas climalteranti (gas serra) convenzionalmente espressi in termini di kg CO_2. I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono dunque la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte (dovute all'assenza di parti in movimento), la semplicità d'utilizzo, e soprattutto un impatto ambientale estremamente basso. I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali. Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,531 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). *Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,531 kg di anidride carbonica.* Infine il FV è una soluzione economica e intelligente per smantellare le **coperture in eternit**. Se la posizione lo consente, tramite il contributo in Conto Energia dello Stato, è possibile sostituire i pannelli in eternit con dei moduli fotovoltaici in modo da poter ricavare energia con un aggiunta del 5% sulle tariffe incentivanti previste dal Conto Energia.
Occupazionali e socio economici	Come per la tecnologia del solare termico, anche lo sviluppo del mercato del fotovoltaico è funzionale alla presenza su territorio di progettisti, installatori e manutentori

[14] *Ovvero il tempo richiesto dall'impianto per produrre altrettanta energia di quanta ne sia necessaria durante le fasi della loro produzione industriale*

	qualificati. *Lo strumento fondamentale individuato per la realizzazione dell'azione è la sottoscrizione di un accordo volontario, già sperimentato con successo in diverse realtà italiane, che coinvolga enti locali, progettisti, fornitori, installatori e associazioni di categoria del settore turistico-ricettivo.*

2.2.6 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune (attraverso lo Sportello Energia) e Associazioni di categoria
Attori coinvolti o coinvolgibili	Residenti, installatori, manutentori e associazioni dei consumatori, associazioni degli amministratori condominiali insieme ad altri soggetti, sono strettamente coinvolti nell'azione di diffusione della tecnologia di produzione di EE tramite impianti solari fotovoltaici .

2.2.7 Il ruolo dello Sportello Energia

	Un ruolo dello Sportello Energia sarà quello di informazione diretta, ma anche promozione delle iterazioni auspicabili tra i soggetti interessati: √ promozione della pratica di acquisto cooperativo di impianti FV, nei confronti dei residenti, attraverso incontri informativi di circoscrizione, quartiere, condominio, etc; trasmissione di competenze ai privati cittadini per fare minigare di appalto fornitura/installazione /manutenzione di impianti FV; √ definizione e stipula di un protocollo d'intesa con gli installatori, i potenziali utenti interessati ed istituti di credito per l'incentivazione di installazione di impianti FV sul territorio comunale; √ raccolta delle informazioni e creazione di una banca dati informatizzata degli edifici che dispongono delle caratteristiche tecniche idonee per l'installazione di un impianto FV; √ definizione di una campagna di divulgazione delle informazioni, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione dei sistemi FV; √ promozione di iniziative rivolte alla formazione di progettisti ed installatori di impianti FV, con il coinvolgimento delle organizzazioni di categoria degli artigiani; √ supporto agli imprenditori locali interessati a studi di fattibilità e redazione della documentazione tecnica per la realizzazione di campi fotovoltaici e per la partecipazione a bandi regionali e nazionali;

2.2.8 Esempi di buone pratiche

REC: criteri per il solare fotovoltaico	Si privilegiano le scelte architettoniche che armonizzino da un punto di vista estetico gli impianti FV agli edifici. Le norme che verranno inserite dovranno fornire indicazioni sull'impatto ambientale e sull'installazione di pannelli fotovoltaici; l'intento è quello di rendere meno visibili possibile i pannelli, controllandone l'installazione rispetto alle zone di maggiore pregio edilizio e paesaggistico. Per questo i pannelli dovranno: √ essere adagiati sulle falde del tetto, disposti in modo ordinato e compatto , compatibilmente con l'orientamento ottimale scegliendo le falde meno esposte alla vista comprese in un orientamento di più o meno 45° dal Sud; √ essere appoggiati completamente sul manto di copertura, evitando di far loro assumere pendenze e orientamenti diversi per i quali siano necessari quei supporti che risultano anch'essi molto visibili; √ essere inseriti nell'architettura dell'edificio fin dal suo progetto iniziale, prevedendo pareti inclinate o superfici continue. questa modalità può essere la più vantaggiosa specie se utilizzata in edifici di nuova costruzione; √ essere utilizzati per la copertura di superficie adibita a parcheggio con pannelli FV per parcheggi condominiali, privati e di pubblici esercizi. √ **edifici di nuova costruzione** rendere obbligatoria l'installazione di un impianto a pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica al fine di garantire una produzione energetica non inferiore a 0,5 kW per ciascuna unità residenziale (attualmente 0.2) e 5 kW per ciascuna unità produttiva/terziaria-direzionale/agricola (attualmente non vige nessun obbligo). Oltre alle indicazioni di tipo tecnico e progettuale il regolamento edilizio comunale può prevedere particolari incentivi come:
REC: possibili incentivi finalizzati alla diffusione del FV sul territorio comunale	√ prevedere la riduzione degli oneri di urbanizzazione secondaria prevista per l'installazione di impianti FV fino al 50%; √ ulteriori incentivi nel caso l'installazione sia compresa in un progetto di ristrutturazione/ riqualificazione edilizia; √ per l'edilizia residenziale isolata: incentivi alla realizzazione di impianti fotovoltaici stand alone per garantire la piena indipendenza dal punto di vista dell'energia elettrica a queste utenze isolate; √ agevolazioni per i condomini alla realizzazione di impianti FV per la copertura del fabbisogno elettrico comune (illuminazione scale, locali comuni, esterna,

	ascensore, etc).
Altre azioni mirate alla diffusione del solare FV promosse dal Comune	√ Stipula di *accordi tecnici* tra Comune e principali produttori, rivenditori, installatori, manutentori di impianti fotovoltaici (prezzi concordati, garanzie minime su funzionalità intero impianto e sui pannelli, supporto tecnico, formazione degli installatori, distribuzione di un manuale tecnico sull'impianto in italiano); √ supporto a *Gruppi di acquisto* di pannelli fotovoltaici;il Comune può collaborare al fine di individuare un unico appaltatore che, oltre ad un prezzo contenuto, sia in grado di offrire un servizio chiavi in mano che comprenda: progettazione, fornitura materiali primari, installazione, redazione della documentazione per l'accesso alle tariffe incentivanti, collaudo finale e Certificazione degli impianti, eventuale finanziamento impianto attraverso Istituti di credito convenzionati. Potranno essere inoltre formati, dalla società che si è aggiudicata l'appalto, diversi giovani che seguiranno l'assistenza tecnica degli impianti attraverso la stipula di contratti di manutenzione programmata, con un'importante ricaduta dal punto di vista occupazionale su tutti i territori che saranno interessati dagli interventi di realizzazione; √ organizzazione di corsi di formazione per tecnici comunali finalizzati a fornire le conoscenze adeguate alla manutenzione degli impianti FV installati sul patrimonio comunale; √ bandi comunali per la copertura con FV del patrimonio edilizio comunale; √ bandi comunali per la copertura con pannelli FV di parcheggi scambiatori pubblici; √ bandi comunali per l'indipendenza energetica di cimiteri e parchi pubblici attraverso FV; √ programma di sostegno alla tecnologia fotovoltaica finalizzato alla realizzazione impianti su strutture edilizie comunali (centri sportivi, piscine pubbliche, stabilimenti balneari, ospedali, case di cura, alberghi, campeggi, residenze universitarie etc).
Azioni dirette ai residenti per la promozione dell'utilizzo del FV	√ Realizzazione del Catasto Solare Comunale: dall'esame dei dati climatici e degli scambi energetici si evince la potenzialità di utilizzazione dell' energia solare, individuando contestualmente in quali quartieri si ha maggior produttività e differenziando gli incentivi comunali in base a quest'ultima; √ procedure burocratiche semplificate e regolamenti edilizi favorevoli all'installazione di impianti FV, anche con obblighi di installazione su edifici nuovi o ristrutturati diversificati in funzione delle aree individuate nel Catasto Solare Comunale; √ promozione attraverso i rappresentanti di categoria

	di accordi condominiali per l'installazione di solare fotovoltaico; √ istituzione di un servizio informativo presso lo Sportello Energia sulla tecnologia fotovoltaica, rivolto a privati cittadini, associazioni, imprese, in merito a potenzialità, fattibilità, costi, incentivazioni esistenti, normativa.

2.2.9 Aspetti economici

Costi	Le voci che costituiscono il costo di un sistema fotovoltaico riguardano soprattutto la realizzazione dell'impianto. Tale costo è in prima approssimazione diviso al 60%-70% tra i moduli ed il resto per il sistema. Nel corso degli ultimi due decenni il prezzo dei moduli è notevolmente diminuito al crescere del mercato. Tuttavia il prezzo attuale del kWp installato, prossimo ai 7.000,00 €uro/kWp, è ancora tale da rendere questa tecnologia meno competitiva dal punto di vista economico rispetto ad altre fonti, se non in presenza di meccanismi di incentivazione o in particolari nicchie di mercato. Come detto i costi variano in base al tipo di pannello e di realizzazione da progetto; dall'esperienza diretta dei vari espositori risulta che: √ i pannelli FV incidono in "quota-parte" pari al 60-70%, √ l'inverter 10-15% e la struttura di sostegno 10-15%, √ la progettazione incide al 5%.
Analisi dell'investimento	Nel caso in cui si attinga alle incentivazioni previste dal "conto energia", il tempo di ritorno[15] dell'investimento per un impianto fino a 10 kWp può essere valutato mediamente in circa 10 anni; tale periodo diminuisce per potenze maggiori o in casi in cui sia molto semplice l'installazione dei moduli. In funzione delle numerose variabili che influenzano sia il rendimento dell'impianto che il valore della tariffa incentivante i tempi di ammortizzamento di un impianto FV si aggirano tra i 9 ed i 12 anni. Il recupero dell'investimento è accelerato da alcune altre facilitazioni disponibili per i sistemi solari, quali conto energia, contributi economici locali in parte cumulabili, aliquota Iva del 10%, detrazione Irpef. La "potenzialità energetica" di una certa località viene e-

[15] *Il tempo di ammortizzamento di un impianto FV varia in funzione di diversi parametri ed è funzione della quantità di energia prodotta che dipende fortemente dalle condizioni climatiche (essenzialmente irraggiamento e temperatura) della località in cui esso è installato e delle modalità di installazione; altri fattori che concorrono ad individuare il tempo di ritorno sono la potenza installata, le modalità di installazione, fattori che determinano anche l'ammontare della tariffa incentivante.*

	spressa per mezzo dell'insolazione media annua, che fornisce la quantità di energia solare incidente nell'arco di un anno su una superficie di 1m^2. Questa grandezza viene di solito misurata in "ore annue di insolazione equivalente" che rappresentano il numero di ore d'insolazione nell'arco dell'anno riportate alla condizione d'irraggiamento nominale (1000 W/mq). Questa unità di misura è particolarmente comoda perché, nota la potenza nominale dell'impianto, consente di calcolare immediatamente l'energia che esso è in grado di produrre. Per esempio nell' Italia centrale si misurano circa 1500 ore equivalenti di insolazione all'anno; ciò significa che un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 1kW è potenzialmente in grado di produrre 1500 kWh all'anno. In realtà, occorre tener conto del fatto che la potenza effettiva ai morsetti dell'impianto è sempre inferiore alla sua potenza nominale, a causa delle perdite dovute al surriscaldamento dei moduli, ai collegamenti serie/parallelo e, infine, al rendimento del sistema di condizionamento della potenza. *Tipicamente, la potenza di un impianto fotovoltaico è circa l'80-85% di quella nominale*: di conseguenza, sul territorio comunale la **producibilità effettiva** di un impianto da 1 kWp è mediamente di 1200 kWh/anno.
Incentivi	Strumenti di finanziamento e di agevolazione alla diffusione del solare fotovoltaico (oltre al Conto Energia): √ Agevolazioni fiscali nel caso l'installazione sia compresa in un progetto di ristrutturazione/riqualificazione edilizia; √ Project financing; √ Finanziamento tramite terzi.
Manutenzione	Questi tipi di impianti non necessitano di una particolare manutenzione, volendo si possono pulire i pannelli ogni 2-3 anni, anche se normalmente gli stessi si mantengono abbastanza puliti grazie alla pioggia e al vento. Occorre magari osservare, di tanto in tanto, le spie presenti sull'inverter, che possono segnalare eventuali guasti, o anomalie nel rendimento, ed eventualmente chiamare l'elettricista di fiducia, per trovarne le possibili cause. Le caratteristiche che giocano a favore degli impianti FV sono: √ buona affidabilità e basso livello di manutenzione (non esistono parti in movimento); √ assenza di rumore durante il funzionamento; √ modesto impatto ambientale e assenza di qualsiasi tipo di emissione inquinante; √ risparmio dei combustibili fossili; √ massima affidabilità (si stima una durata superiore a 25 anni);

- √ modularità del sistema (per aumentare le dimensioni dell'impianto basta aumentare il numero dei moduli).

2.2.10 Conto Energia

Il conto energia è uno strumento per incentivare l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, attraverso il riconoscimento di un contributo per ogni chilowattora prodotto. In attuazione della finanziaria 2007 è stato approvato un Decreto che va a introdurre importanti novità rispetto ai meccanismi utilizzati negli anni 2005-2006, semplificando la procedura di accesso agli incentivi e garantendo la certezza di accesso. Il nuovo Decreto (DM 19/02/07) prevede un incentivo che va da 0,36 €/kWh per i grandi impianti industriali e cresce fino a 0,49 €/kWh per i piccoli impianti domestici integrati negli edifici (si veda la tabella seguente). Dal *1 gennaio 2009* entrano in vigore per i nuovi impianti le seguenti tariffe incentivanti:

Potenza dell'impianto [kW]	*Impianti al suolo o non integrati [€/kWh]*	*Impianti parzialmente integrati [€/kWh]*	*Impianti integrati [€/kWh]*
da 1 a 3	*0,392*	*0,4312*	*0,4802*
tra 3 e 20	*0,3724*	*0,4116*	*0,4508*
oltre 20	*0,3528*	*0,392*	*0,4312*

Come si vede parametri che determinano il valore dell'incentivo sono la dimensione dell'impianto e l'integrazione architettonica dello stesso. L'incentivazione per la produzione elettrica da fotovoltaico sarà erogata su tutta la produzione dell'impianto per 20 anni. Aumenti del 5% sugli incentivi sono previsti per:

- √ autoproduttori (autoconsumi fino al 70% della produzione) con potenze superiori ai 3 kWh e impianti non integrati
- √ impianti il cui soggetto responsabile è una scuola
- √ impianti integrati in sostituzione di coperture di tetti in eternit o contenenti amianto
- √ impianti i cui soggetti responsabili sono enti locali con popolazione residente inferiore ai 5000 abitanti

Ulteriore aumento dell'incentivo, anche fino al 30%, è previsto per i piccoli impianti che alimentano le utenze di edifici sui quali gli interessati effettuano interventi di risparmio energetico adeguatamente certificati. Tali incentivi si

	aggiungono al risparmio conseguente all'autoconsumo dell'energia prodotta o ai ricavi per la vendita della stessa energia. Chi realizza impianti di potenza fino a 20 kW può infatti scegliere se beneficiare del meccanismo di "scambio sul posto", risparmiando sulla bolletta elettrica a cui viene detratta l'autoproduzione (circa 0,18 €/kWh per le famiglie), oppure se vendere l'energia prodotta ai prezzi del mercato elettrico (inferiori a quelli pagati dall'utente finale e pari a circa 0,09 €/kWh). Oltre i 20 kW di potenza è possibile la sola vendita.

2.2.11 Barriere all'ingresso

Barriere tecnologiche	Le principali problematiche legate al fotovoltaico risultano essere: √ la discontinuità della fonte energetica; √ i costi di impianto elevati; √ gli spazi di installazione elevati. Il maggior ostacolo alla diffusione del fotovoltaico è costituito dal prezzo non ancora competitivo dei pannelli: infatti il componente di base presenta elevati costi dovuti sia ad una tecnologia che è ancora in fase di sviluppo sia ad una mancata economia di scala dato che i quantitativi di produzione sono ancora limitati. Le celle a silicio cristallino coprono circa l'85% del mercato mondiale. La limitazione principale è dovuta al costo elevato di produzione. I test effettuati sui moduli fotovoltaici hanno dimostrato che la loro vita media è superiore ai 20 anni; altri dispositivi del sistema hanno una vita media molto più bassa: le batterie da 2 a 15 anni, i componenti elettronici sono molto sensibili e hanno una vita media molto variabile.
Procedure autorizzative	Gli impianti solari fotovoltaici civili (fino a 20 kW di potenza), sempre che non ubicati in aree naturali protette, non necessitano di particolari autorizzazioni, se non quelle richieste dal Comune, normalmente consistenti nella D.I.A. nei casi previsti dal DLGs 115/2008. Per tutti gli altri impianti, invece, occorre ottenere preventivamente l'autorizzazione di cui al D.Lgs. n° 387/2003 e smi. Va considerato, inoltre, che gli impianti ubicati in aree protette, indipendentemente dalla loro potenza, e gli impianti industriali (potenza ≥ 20 kW) sono sempre soggetti alla preventiva valutazione preliminare di screening. Gli impianti industriali integrati o parzialmente integrati in edifici, sempre che non siano ubicati in aree protette, non sono soggetti alla valutazione preliminare di screening, ma vanno direttamente ad autorizzazione unica di cui al D.Lgs n° 387/2003 e smi.

	La collocazione è permessa anche in aree agricole. Il procedimento di autorizzazione unica si svolge ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n° 387/2003 e smi. E' stato recentemente approvato il decreto legislativo 115/2008 che, recependo la Direttiva europea 2006/32/CE (efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici), semplifica e definisce le misure migliorative in tema di efficienza energetica. Il decreto, oltre a introdurre i premi volumetrici per gli interventi di isolamento termico, che devono comunque apportare una riduzione minima del 10% dei consumi energetici, all'art.11, comma3, prevede la semplificazione tanto attesa per gli impianti solari termici e fotovoltaici di piccole dimensioni. Il decreto specifica che: "...Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 26, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10, e successive modificazioni, gli interventi di incremento dell'efficienza energetica che prevedano l'installazione di singoli generatori eolici con altezza complessiva non superiore a 1,5 metri e diametro non superiore a 1 metro, nonché di impianti solari termici o fotovoltaici aderenti o integrati nei tetti degli edifici con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda e i cui componenti non modificano la sagoma degli edifici stessi, sono considerati interventi di manutenzione ordinaria e non sono soggetti alla disciplina della denuncia di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni, qualora la superficie dell'impianto non sia superiore a quella del tetto stesso. In tale caso, fatti salvi i casi di cui all'articolo 3, comma 3, lettera a), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, è sufficiente una comunicazione preventiva al Comune..."

2.2.12 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	Per la valutazione annuale dell'incremento della tecnologia fotovoltaica sul territorio comunale si possono prendere principalmente a riferimento i seguenti indicatori: √ KWp installati/anno √ m^2 di pannelli installati/anno √ m^2 di pannelli installati/1000 residenti

2.2.13 Quadro normativo di riferimento

CE	<u>Direttiva Comunitaria 1996/92/CE :norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica</u>.

La direttiva 96/92/CE prevede una liberalizzazione graduale del mercato finalizzata all'accrescimento della qualità del servizio, consentendo l'ingresso di nuovi soggetti competitori e la libera scelta, per alcune categorie di utenze, degli enti fornitori. Il testo definitivo è contenuto nella Direttiva 2003/54/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2003, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica, che abroga la direttiva 96/92/CE. In Italia la direttiva é stata recepita con l'emanazione del Decreto Legislativo 16/3/1999 n° 79 "Attuazione della Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica" (Decreto Bersani).

Direttiva Comunitaria 2001/77/CE : promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. La direttiva mira a promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato interno e a creare le basi per un futuro quadro comunitario in materia. In Italia la direttiva é stata recepita con l'emanazione del Decreto Legislativo 29/12/2003, n° 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".

Nazionale

- Il Piano Energetico Nazionale (PEN), è il principale documento di politica energetica nazionale a cui fare riferimento, e in cui si definiscono obiettivi e priorità della politica energetica in Italia. L'ultimo aggiornamento, approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, si riferisce ad un quadro istituzionale e di mercato che nel frattempo ha subito notevoli mutamenti, anche per effetto della crescente importanza e influenza di una comune politica energetica a livello europeo. Il P.E.N. aveva fissato di aumentare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili del 44% come obiettivo al 2000, con una ripartizione interna di questo mercato suddiviso in 300 MW di energia eolica, 75 MW di energia fotovoltaica e l'adozione di Piani d'Azione per l'utilizzo e la promozione di energie rinnovabili sul proprio territorio da parte di tutte le Regioni.
- Legge 9 gennaio 1991, n° 9, Norme per l'attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali. La legge 9/91 ha introdotto una parziale liberalizzazione della produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili e assimilate, da sottoporre a semplice comunicazione. La produzione da fonti convenzionali, invece, rimane vincolata all'autorizzazione del Ministero delle Attività Produttive.
- Legge 9 gennaio 1991, n° 10, Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia. La legge 10/91 introduce norme sull'utilizzo razionale dell'energia, del risparmio energetico e dello sviluppo di fonti energetiche

pulite, definendo i compiti di Regioni e Province autonome in campo di pianificazione e controllo.

- D.Lgs. 16 marzo 1999, n° 79, Attuazione della Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (Art. 33, comma 9, D.Lgs. 22/97) - Decreto Bersani. Con tale decreto vengono introdotte e puntualmente definite all'interno della pianificazione energetica le fonti rinnovabili. L'Art. 11 del decreto definisce due punti fondamentali del mercato energetico: da un lato definisce la priorità di dispacciamento riservata all'energia elettrica da fonti rinnovabili e dall'altro comporta l'obbligatorietà di approvvigionamento, per i produttori da fonti convenzionali, di quantitativi minimi di energia verde, proporzionali, secondo percentuali definite, a quella prodotta o importata da fonti non rinnovabili.
- Decreto MICA/MinAmb 11/11/1999, Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'Art. 11 del decreto legislativo 16/3/1999, n° 79. (Certificati verdi).
- Decreto 18 marzo 2002, Modifiche e integrazioni al Decreto del ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il ministro dell'ambiente, 11/11/1999, concernente "Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'Art. 11 del decreto legislativo 16/3/1999, n° 79".
- D. Lgs. 29 dicembre 2003, n° 387 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, il decreto legislativo dà specifica attuazione alle disposizioni della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione e l'incremento dell'elettricità da fonti rinnovabili nel mercato interno, volto a creare le basi per un futuro quadro comunitario in materia.
- Legge 23 agosto 2004, n° 239 Riordino del settore energetico, nonchè delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia. (Legge Marzano). La necessità del riordino della normativa in materia di energia da più parti avvertita ha portato alla presentazione di un disegno di legge di iniziativa del Governo nell'autunno del 2002, che viene solitamente indicato come "Legge Marzano".
- Delibera AEEG 6 dicembre 2000, n. 224 (224/00): disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kw.
- Decreto ministero Ambiente 16 marzo 2001: d.m. 16 marzo 2001 programma tetti fotovoltaici, il decreto definisce e avvia il programma «Tetti fotovoltaici», finalizzato alla realizzazione nel periodo 2000- 2002, di impianti fotovoltaici di potenza da 1 a 50 kWp collegati alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione e integrati/installati nelle strutture edilizie (ivi inclusi gli e-

	lementi di arredo urbano) e relative pertinenze, poste sul territorio italiano.

2.3 MINI-IDROELETTRICO

2.3.1 La tecnologia

È la principale risorsa alternativa alle fonti fossili usata in Italia. L'energia idroelettrica garantisce circa il 18% del fabbisogno energetico italiano.

L'energia idroelettrica è quel tipo di energia che sfrutta la trasformazione dell'energia potenziale gravitazionale (posseduta da masse d'acqua in quota) in energia cinetica nel superamento di un dislivello, la quale energia cinetica viene trasformata, grazie ad un alternatore accoppiato ad una turbina, in energia elettrica. L'energia idroelettrica viene ricavata dal corso di fiumi e di laghi grazie alla creazione di dighe[16] e di condotte forzate.

La risorsa idroelettrica risulta largamente utilizzata in tutto il mondo e le sue potenzialità appaiono quasi completamente sfruttate, almeno per quel che riguarda i grandi impianti di potenza superiore ad alcuni MW.

Il termine mini idroelettrico (dall'inglese small hydro) si riferisce a centrali elettriche, che sfruttano l'energia idroelettrica, e caratterizzato dal fatto di avere una potenza installata ridotta. Non esiste un limite mondialmente accettato per cui una centrale idroelettrica viene definita mini-hydro. Secondo l'ESHA (European Small Hydropower Association) tale limite è considerato pari a 10MW di potenza installata. Il Mini idroelettrico può essere ulteriormente suddiviso in sub classificazioni: piccolo-idroelettrico, per impianti tra 1 e 10 MW, mini-idroelettrico, per impianti di meno di 1MW di potenza, e "micro-idroelettrico" che comprende impianti di potenza inferiore ai 100 kW. Il micro-idroelettrico è abitualmente la produzione di una potenza idroelettrica adeguata alle necessità di piccole comunità, fattorie, singole famiglie, o piccole imprese.

In base alla taglia di potenza nominale della centrale, gli impianti idraulici possono essere dunque suddivisi in:

- √ Micro – impianti: P < 100 kW;
- √ Mini – impianti: 100 < P (kW) < 1000;
- √ Piccoli – impianti: 1000 < P(kW) <10000;

[16] *Esistono vari tipi di diga: nelle centrali a salto si sfruttano grandi altezze di caduta disponibili nelle regioni montane. Nelle centrali ad acqua fluente si utilizzano invece grandi masse di acqua fluviale che superano piccoli dislivelli; per far questo però il fiume deve avere una portata considerevole e un regime costante. L'energia idroelettrica è una fonte di energia pulita (non vi sono emissioni) e rinnovabile, tuttavia la costruzione di dighe e grandi bacini artificiali, con l'allagamento di vasti terreni, può provocare lo sconvolgimento dell'ecosistema della zona con enormi danni ambientali, come è successo con la grande diga di Assuan in Egitto.*

- √ Grandi – impianti: P > 10000 kW.

La **potenza di un impianto** che utilizza una caduta dipende da due fattori:

- √ La portata: passaggio di una massa d'acqua attraverso un punto per un'unità di tempo;
- √ Il salto: dislivello tra la quota dove è presente la risorsa idrica svasata e dove questa viene restituita all'ambiente naturale attraverso una turbina.

La **potenza di un impianto** che utilizza una corrente d'acqua, invece, dipende dalla velocità della corrente e dalla superficie attiva della turbina collocata, similmente a quanto avviene nella generazione di energia elettrica con un impianto eolico, però a parità di velocità della corrente e di superficie della turbina un sistema idrico sviluppa una potenza 10 volte maggiore rispetto ad un sistema eolico.

Sono da tenere presente le problematiche collegate al concetto di deflusso minimo vitale, contenuto anche nelle recenti norme per il mercato interno dell'energia elettrica (D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79).

La **turbina idroelettrica** è una macchina abbastanza semplice e praticamente giunta alla fine della curva di miglioramento tecnologico. In questi ultimi anni le macchine idroelettriche sono state ampiamente studiate e si conoscono perfettamente tutte le problematiche dovute all'installazione anche in siti particolari.
Le parti più importanti che costituiscono la turbina idroelettrica sono:

- √ il distributore, che gestisce la pressione e la forma del getto d'acqua sulla girante meccanica ;
- √ la girante meccanica, che può essere di forma e tecnologia diversa a seconda del tipo di impianto, del salto e della quantità d'acqua;
- √ il generatore elettrico, di potenza e caratteristiche tecniche adeguate al tipo e grandezza di girante e al tipo di impianto;
- √ il sistema di controllo, che può essere di tipo meccanico ed elettrico/elettronico, il quale stabilizza il funzionamento del sistema entro i valori corretti definiti dal progetto.

Il tipo di turbina è essenzialmente condizionato dal salto e dalla portata. Esistono diverse turbine, dalle Kaplan utilizzabili con salti da 2 a 20 metri e con portate dell'ordine di decine di m3/s, alle Banki-Mitchell per salti piccoli (3-20 metri) e portate dell'ordine del metro cubo al secondo, fino alle Pelton , utilizzate per salti più grandi (50-1300 metri) e portate inferiori ai 2 m3/s.

Stato dell'arte	L'energia idroelettrica è una tecnologia matura, il cui funzionamento è ormai competitivo rispetto alle altre fonti energetiche. Tuttavia, in considerazione del regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua e della loro ridotta lunghezza sul territorio, non sono ipotizzabili incrementi significativi rispetto alle installazioni esistenti; inoltre si ritiene che non esistano le condizioni per la realizzazione di nuovi sbarramenti ed invasi di grandi dimensioni. La capacità residua può dunque essere sfruttata solo attraverso progetti innovativi (quali interventi sugli acquedotti, riutilizzo di manufatti preesistenti) o, dove le condizioni ambientali lo permettono, con l'utilizzo di impianti micro-idraulici posizionati direttamente sul letto del fiume. In questo caso, evitando le opere di presa e di restituzione delle acque e non essendo necessaria la presenza di condotte forzate, sarebbe risolto anche il problema di rispettare i vincoli sul deflusso minimo vitale.

2.3.2 Obiettivi di intervento

	Il settore della mini-idraulica può acquistare, grazie all'evoluzione della tecnologia e le potenzialità di sfruttamento, una nuova valenza nell'ambito della produzione energetica per piccole utenze. L'interesse in Italia si è di nuovo concentrato sui piccoli e medi impianti con una potenza rispettivamente tra i 100 e 1000 kW. Il principio di funzionamento è lo stesso: l'energia potenziale accumulata dall'acqua, che si trova a quote più alte, viene convertita in energia elettrica.

2.3.3 Attuabilità nel territorio comunale

	L'obiettivo dell'azione è il recupero ed il ripotenziamento dei piccoli impianti esistenti non più utilizzati e la ricognizione dei siti residuali che potrebbero rivelarsi idonei all'installazione di piccole turbine. Si pensa che la maggior parte della capacità residua possa essere ragionevolmente sfruttata solo attraverso impianti mini-idraulici con interventi su manufatti preesistenti, sugli acquedotti o direttamente sul letto del fiume con impianti ad acqua fluente. L'acqua potabile è approvvigionata ad una città adducendo l'acqua da un serbatoio di testa mediante una condotta in pressione. Solitamente in questo genere di impianti la dissipazione dell'energia all'estremo più basso della tubazione in prossimità dell'ingresso all'impianto di trattamento acque viene conseguito mediante l'uso di apposite valvole: un'alternativa interessante è quella di inserire una turbina che recuperi l'energia che altrimenti verrebbe dissipata. Si ha così un recupero energetico, che può essere effettuato anche in altri tipi di impianti: sistemi di canali di bonifica, circuiti di raffreddamento di condensatori, sistemi idrici vari.

Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	L'obiettivo è individuare strategie di pianificazione, metodologie di applicazione della tecnologia e politiche di semplificazione autorizzativa che consentano di creare uno scenario favorevole per il settore dei micro - mini impianti idroelettrici. Si propone di aumentare la capacità di produzione idroelettrica sul territorio comunale attraverso il recupero ed eventualmente il ripotenziamento dei piccoli impianti esistenti non più utilizzati, per i quali spesso esiste una concessione di derivazione dell'acqua per usi irrigui. Per tali impianti occorre coinvolgere i soggetti responsabili e verificare sul campo le analisi di fattibilità tecnica ed economica, anche alla luce della nuova normativa (delibera 28/06 dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas) che consente il collegamento alla rete di tutti gli impianti a fonte rinnovabile al di sotto dei 20 kW di potenza. In alcuni casi può essere effettuato un ripotenziamento di impianti già esistenti, in modo da aumentare l'efficienza energetica e dunque la produzione totale di energia elettrica senza richiedere la realizzazione di ingenti opere infrastrutturali . Occorre inoltre effettuare una ricognizione delle tubazioni di acquedotti o consorzi irrigui e di tutte quelle infrastrutture quali briglie di captazione e canali di adduzione delle acque, in passato utilizzate da frantoi, segherie o altre attività, che potrebbero rivelarsi idonei all'installazione di piccole impianti. La presenza di strutture già esistenti per la captazione e la canalizzazione delle acque consente l'installazione di piccole turbine idroelettriche con impatto ambientale pressoché nullo, costi ridotti e spesso vantaggi di gestione dell'utilizzo primario a cui queste acque sono destinate, come ad esempio, la riduzione del salto di pressione in una condotta acquedottistica. Benché l'obiettivo generale dell'azione sia quello di sfruttare il potenziale energetico ulteriormente utilizzabile, ci si propone di definire una semplificazione circa l'iter autorizzativo delle concessioni di derivazione delle acque, il quale ricade in larga parte nelle competenze dell'ente provinciale. **Vantaggi:** affidabilità della fonte energetica; utilizzazione di corsi d'acqua anche modesti o marginali; elevato rendimento globale ottenibile; bassi costi di manutenzione e mantenimento; elevata energia specifica (energia erogata per unità di volume o di massa): la risorsa idrica è dotata di una elevata energia specifica. L'acqua ad esempio è 800 volte più densa dell'aria: la spinta che esercita sulle pale di una girante è notevolmente maggiore rispetto a quella esercitata dal vento; ricorso a tecnologie all'avanguardia. **Svantaggi:** L'installazione di centrali idroelettriche deve essere prevista nel rispetto del territorio, in modo da limitare l'impatto ambientale (che è direttamente proporzionale alle dimen-

	sioni dell'impianto). Molto spesso eventuali disponibilità idriche sfruttabili energeticamente non possono essere utilizzate per tutelare il valore ambientale dei luoghi.

2.3.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Attualmente in Italia le centrali idroelettriche producono circa il 18% dell'energia elettrica immessa in rete con circa 20.000 MW di impianti installati. In uno studio condotto dal C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche), assieme ad E.N.E.A. (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente), Università degli Studi di Roma "La Sapienza", C.I.R.P.S. (Centro interuniversitario di ricerca per lo sviluppo sostenibile) si afferma che mini e micro-idroelettrico possono far aumentare la potenza installata di centrali idroelettriche dagli attuali 20.000 MW a 30.000 MW, quindi il maggiore potenziale sarebbe di un 50% circa (solo da impianti mini e micro a bassissimo impatto ambientale).
Ambientali	Per quel che riguarda la compatibilità ambientale, gli impianti mini-idraulici presentano un impatto più contenuto di quelli di dimensioni maggiori, in quanto si inseriscono entro schemi idrici già esistenti e quindi, già caratterizzati da un impatto mitigato. Gli impianti mini-idroelettrici in molti casi, con la sistemazione idraulica che viene eseguita per la loro realizzazione, portano notevoli benefici al corso d'acqua : la loro presenza sul territorio può inoltre contribuire alla regolazione e regimazione delle piene sui corsi d'acqua a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo e, quindi, possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio. Il minihydro ha delle peculiarità rispetto alle centrali idroelettriche di grande taglia, oltre ai vantaggi dell'uso di un energia rinnovabile. √ Investimenti contenuti: la realizzazione di un tale impianto generalmente avviene su acqua fluente che non richiede la costruzione di opere particolarmente costose (come le grosse dighe). Questo permette un veloce ritorno dell'investimento. √ Consente un miglioramento delle condizioni idrogeologiche del territorio; √ Contribuisce alla riduzione dell'effetto serra, e quindi beneficia dei certificati verdi per la produzione di energia da fonti rinnovabili
Occupazionali e socio economici	Negli ultimi anni in Europa c'è stato un boom di richieste per le piccole centraline idroelettriche (mini-idro o micro-idro) ad acqua fluente (che hanno sicuramente un minor impatto), un proliferare che si spiega sia per la disponibilità

	dei certificati verdi, sia per i contributi della Regione (attraverso i Fondi europei), finanziamenti che consentono ai privati di realizzare questi impianti quasi a costo zero e successivamente vendere l'energia all'Enel con ottimi introiti.

2.3.5 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune
Attori coinvolti o coinvolgibili	Provincia, Autorità di bacino, Società gestione acquedotto.

2.3.6 Esempi di buone pratiche

	Si elencano di seguito le principali raccomandazioni per lo sfruttamento di questa tecnologia sul territorio comunale: √ mappatura dei salti naturali e dei salti acquedottistici non sfruttati; √ ripristino di piccoli impianti esistenti non più utilizzati, coinvolgendo i soggetti responsabili e gli operatori interessati allo sfruttamento; √ sviluppo della progettazione e individuazione delle modalità di finanziamento per l'utilizzo di salti idrici o infrastrutture esistenti, in collaborazione con i Comuni; √ analisi delle possibilità di semplificazione dell'iter autorizzativo delle concessioni di derivazione delle acque, di competenza della Provincia; √ l'intento è quello di promuovere il recupero degli impianti idroelettrici dismessi e gli impianti idroelettrici di piccola taglia; questi ultimi sono caratterizzati da modalità costruttive e organizzative di scarso impatto sul territorio; un altro aspetto, per certi versi il più importante, della presenza di piccoli impianti sul territorio è quella di indurre costantemente l'uomo all' osservazione e manutenzione del territorio; √ attività di incentivazione al miglioramento dell'efficienza degli impianti idroelettrici presenti sul territorio comunale; √ promozione di studi di fattibilità per il ripristino/ammodernamento degli impianti idroelettrici dismessi nel territorio Comunale.

2.3.7 Aspetti economici

Costi	Il costo del kWh ottenuto con i sistemi idroelettrici è sem-

pre stato competitivo nei confronti delle fonti esauribili, questo è evidente in quanto i costi di produzione per lo sfruttamento delle risorse idriche sono imputabili ai soli impianti di produzione e non ci sono costi, se non marginali, per materie prime (es. combustibili), mentre i costi di manutenzione e di gestione sono grossomodo paragonabili se non inferiori ai costi di gestione e manutenzione degli impianti termoelettrici.

Qualche cifra a titolo orientativo e senza la pretesa di grande precisione.

Si chiamino:

- CI - il costo per kW elettrico installato,
- CM - il costo dei macchinario idraulico per kWe installato,
- CE - il costo dell'energia elettrica (kWh) prodotta.

Con rata di ammortamento del 10%, la spesa annua di investimento è dell'ordine di CI/10. Se si produce per 6000 ore annue a piena potenza, 1 kW installato fornisce 6000 kWh. Il costo dei kWh al limite è dunque CE = CI/60.000. Tenuto conto dell'onere della manutenzione si può ridurre il denominatore e scrivere:

CE=CI/50.000

Se si vuole che il costo dell'energia sia contenuto, ponendo ad es. CE = 0,05 €/kWh, risulta

	10%	costo dell'acqua, assicurazione, diritti
	40%	costo opere fisse in muratura
	10%	costo opere di adduzione e scarico
	30%	costo opere elettriche e di regolazione
Sommano a:	90%	
	10%	costo macchinario idraulico (CM)
Totale:	100 %	

Il macchinario idraulico deve quindi costare al limite 260 €/kW. Si tratta di una cifra invero modesta e, oltre tutto, calcolata con un certo ottimismo perché se nel settore microhydro la predetta ripartizione dei costi è in certo senso verosimile, in quello minihydro l'incidenza delle opere fisse in muratura è spesso superiore e questo induce o a ricercare macchine assai economiche, come già detto, o ad aumentare il costo dei kWh oltre il valore dinnanzi indicato e ritenuto "ragionevole".

	Come è evidente dall'esempio gli impianti idroelettrici hanno nelle opere fisse in muratura una componente di costi considerevole, bisogna considerare che si possono ottenere notevoli riduzioni di costo adottando sistemi di sbarramento con tecnologie abbattibili anche in materiali plastici esistenti in commercio, ciò è maggiormente fattibile negli impianti microhydro, questi sistemi hanno diversi vantaggi oltre al minor costo. In generale il grande idroelettrico ha raggiunto una certa maturità economica ma in molti casi si possono ottenere migliori rendimenti aggiornando le tecnologie degli impianti stessi che spesso risalgono a molte decine di anni fa. Per il mini e soprattutto per il micro-hydro invece esistono molti margini di miglioramento delle tecnologie e quindi dei costi del kWh prodotto, sopratutto per i piccolissimi impianti non c'è ancora tecnologia specifica e tanto meno in scala adeguata. Qualora si ovviasse a queste considerazioni il kWh prodotto sarebbe certamente competitivo con gli attuali standard di produzione dell'energia elettrica.
Analisi dell'investimento	In generale si può osservare che il tempo di ammortamento degli impianti idroelettrici è valutabile in 8-10 anni, mentre il tempo di funzionamento è in media superiore ai 30 anni, non sono rari gli impianti operativi da un centinaio d'anni.
Incentivi	Le microturbine idroelettriche, come tutti gli impianti da fonte rinnovabili di piccola taglia, è soggetto ad una distinzione in base alla soglia di potenza dei 20 kW. La delibera 28/06 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas prevede lo scambio sul posto per i microimpianti al di sotto dei 20 kW. Per le incentivazioni degli impianti micro-idro bisogna fare riferimento a due diversi regimi, a cui corrispondono diversi benefici e finalità: Impianti con potenza inferiore a 20 kW Dal 13 febbraio 2006 tutti gli impianti per la produzione di energia elettrica, alimentati da fonti rinnovabili, con potenza fino a 20 kW possono accedere al meccanismo di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta, cioè la possibilità di cedere alla rete elettrica locale la produzione da fonte rinnovabile e di prelevare dalla stessa rete i quantitativi di elettricità nelle ore e nei giorni in cui gli impianti rinnovabili non sono in grado di produrre; tutto ciò pagando solo la differenza, su base annua, tra i consumi totali del cliente e la produzione del suo piccolo impianto. Impianto con potenza nominale compresa tra 20 kW e 100 kW. Sono impianti in grado di auto consumare l'energia prodotta, tutta o in parte, ma anche di vendere le eccedenze. Sono considerate officine elettriche e quindi è richiesta denuncia all'U.T.F e conseguente imposizione fiscale. Possibilità della vendita dei certificati verdi (CV) per i primi otto anni di esercizio dell'impianto, qualora la produzione di energia superi i 26 MWh l'anno. In alternativa ai CV la possibilità di ottenimento dei certificati RECS, del

	valore ciascuno di 1 MWh di energia prodotta.

2.3.8 Barriere all'ingresso

	La tecnologia è abbastanza evoluta e di semplice applicazione, infatti è sufficiente avere salti di 7/20 metri con poca o pochissima portata o piccoli salti con buona e costante portata d'acqua, è possibile sfruttare anche la corrente dei corsi d'acqua. Esistono in commercio piccolissimi sistemi idroelettrici integrati, a partire da 0,2 kW di potenza, facilmente installabili in moltissime situazioni con salti e portate minime. Il vantaggio di questi piccolissimi sistemi è la non necessaria autorizzazione al prelievo delle acque e un inesistente impatto ambientale, naturalmente devono essere applicati con un minimo di buon senso per evitare comunque uno spreco di acqua potabile che rimane una fonte preziosa. Il potenziale di questi piccoli sistemi è completamente ignorato e quindi non esistono ricerche ufficiali in tal senso ma una valutazione empirica fatta da tecnici e liberi professionisti del settore rivela un potenziale tutt'altro che trascurabile.
Ostacoli all'azione	Uno dei principali ostacoli alla realizzazione di nuovi impianti è da ricercare nei procedimenti autorizzativi inerenti le concessioni di derivazione e nella valutazione degli aspetti di compatibilità ambientale. Come ogni centrale idroelettrica, la realizzazione di un minihydro richiede naturalmente un opportuno studio di fattibilità. Uno dei dati più rilevanti è la curva di durata del flusso d'acqua, questi dati solitamente non sono disponibili, sono necessarie di conseguenza campagne di monitoraggio che possono essere anche lunghe .
Procedure autorizzative	Attualmente tutti gli impianti idroelettrici sono sottoposti a procedura di screening regionale secondo la legge sulla V.I.A. . Superato questo passaggio, la costruzione e l'esercizio di impianti idroelettrici industriali, non destinati all'autoproduzione, è autorizzata dalla Provincia attraverso il rilascio di un'autorizzazione unica (ai sensi del D. Lgs 387 del 2003), passante per la Conferenza dei servizi cui partecipano tutte le amministrazioni interessate. In generale occorre essere in possesso della concessione per la derivazione delle acque da richiedersi al Servizio tecnico di bacino (ex Genio civile); in caso di piccole turbine installate in acquedotti o canale di irrigazione è necessario comunque adeguare il canone. In questa fase si ritiene che le turbine installate allo scarico di sistemi di depurazione non necessitino di ulteriori concessioni. Rispetto ai grandi impianti idroelettrici, per il mini-idro non è necessaria una presenza pubblica. Anche imprese private una volta ottenute le necessarie autorizzazioni possono avviare un'attività legata allo sfruttamento di un piccolo corso d'acqua per trarre energia elettrica da rivendere al-

	l'operatore della rete nazionale. Il sistema di business dell'energia distribuita tramite il mini-idroelettrico è simile a quello del fotovoltaico. In alcuni casi è possibile anche sfruttare corsi d'acqua "artificiali" per generare elettricità. In altre parole quei corsi d'acqua realizzati dall'uomo per fini agricoli, industriali o civili. Si pensi alle tubazioni degli acquedotti, ai canali di bonifica o irrigui ecc.

2.3.9 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	√ kW/anno di potenza installati sul territorio comunale

2.3.10 Quadro normativo di riferimento

CE	
Nazionale	D.Lgs. 31 marzo 1998, n° 112 : conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n° 59 In sede di recepimento della direttiva 96/1992/CE, lo Stato definisce obiettivi generali e vincoli specifici per la pianificazione regionale e di bacino idrografico in materia di utilizzazione delle risorse idriche ai fini energetici, disciplinando altresì le concessioni di grandi derivazioni di acqua pubblica per uso idroelettrico.

2.4 IL MINI-EOLICO

2.4.1 La tecnologia

L'energia eolica utilizza l'energia cinetica del vento, trasformandola dapprima nell'energia meccanica delle pale in movimento e successivamente in energia elettrica. *I dispositivi che effettuano questa trasformazione vengono definiti aerogeneratori, generatori eolici o turbine eoliche.*
Un generatore eolico è costituito da un rotore, che può essere a una, due o tre pale, da un variatore di velocità, da un sistema frenante di emergenza, da un generatore elettrico collegato sullo stesso asse e da un sistema di controllo che modifica sia l'orientamento della navicella, in modo da mantenere sempre costante la velocità di rotazione.
Inoltre il sistema deve proteggere il rotore dalle eccessive velocità, che potrebbero danneggiarlo, e deve assicurare il corretto allacciamento alla rete.

La maggior parte delle macchine commerciali oggi sul mercato è del tipo tripala, che ha mostrato evidenti vantaggi in termini di semplicità e di affidabilità, sebbene ovvie ragioni di riduzione dei costi abbiano spinto alcuni costruttori ad applicare la tecnologia bipala. *L'energia prodotta è proporzionale al cubo della velocità del vento ed è pertanto indispensabile un'accurata conoscenza delle condizioni anemometriche del sito.*

Un sito idoneo all'installazione di un generatore eolico dovrebbe avere una velocità media annua del vento di **almeno 6 m/s**.

In questi anni la taglia unitaria della macchine commerciali è progressivamente cresciuta, ed attualmente si attesta sui 600-800 kW.
Ultimamente sono state costruite macchine di potenza superiore al megawatt, in fase di penetrazione sul mercato, ma molti studi sono stati fatti anche su macchine di potenza inferiore a 20 kW, per le quali la recente normativa ha introdotto la possibilità di collegamento alla rete elettrica in maniera semplificata, il cosiddetto mini-eolico.
Con mini-eolico si intende un impianto eolico costituito da generatori di piccole dimensioni (da mezzo a 8/10 metri di diametro, 20/25 m d'altezza) costituito da materiali leggeri, con pale e dispositivi di conversione adatti alle basse velocità di rotazione dei venti cittadini, e che raggiungono generalmente poche decine di kW. I piccoli impianti eolici (con potenza fino a qualche decina di kW) possono essere impiegati sia come sistemi autonomi o isolati non allacciati alla rete elettrica (case isolate, pompaggio di acqua, telecomunicazioni), sia come impianti connessi in parallelo alla rete elettrica, come avviene per i sistemi fotovoltaici.

Stato dell'arte	A livello internazionale la tecnologia eolica ha ormai conseguito buoni livelli di diffusione ed economicità. I paesi leader in Europa sono la Germania con oltre 23.903 MW installati, la Spagna con oltre 16.754 MW installati , l'Italia è al terzo posto con 3.736 MW installati[17] . Attualmente la fonte eolica è considerata tra le più promettenti per la produzione di energia rinnovabile, sia dal punto di vista tecnico che economico. Tuttavia spesso dall'analisi del territorio comunale è complesso individuare siti in cui vi siano contemporaneamente condizioni anemologiche particolarmente favorevoli per lo sfruttamento di tale risorsa a fini energetici e la possibilità concreta di realizzare l'impianto senza trovare la contrarietà, spesso ingiustificata della popolazione. In aggiunta, si riscontrano diverse limitazioni a tale potenziale, anche di tipo tecnico, quali la distanza della rete elettrica a cui tali impianti dovrebbero collegarsi e la viabilità richiesta per il trasporto degli aerogeneratori verso il sito eolico. Per questi motivi una possibile linea di intervento è quella di sfruttare oltre alle aree di scarso interesse paesaggistico, aree già deturpare come quelle con alta presenza di tralicci per l'alta tensione.

2.4.2 Obiettivi di intervento

	L'analisi della risorsa eolica nel territorio comunale non va effettuata nell'ambito del Piano Energetico, prescindendo da valutazioni circa gli impatti paesaggistico ambientali e attenendosi a considerazioni meramente energetiche; dalla procedura semplificata dovranno quindi essere escluse tutte le aree interessate da vincoli paesaggistici, archeologici, storici, ambientali (zone A dei parchi, aree Sic e Zps, ecc.), le aree individuate da Regione o Ministero come di passaggio dei migratori, i boschi con alberi ad alto fusto.

2.4.3 Attuabilità nel territorio comunale

	Per determinare l'energia eolica potenzialmente sfruttabile in una zona è necessario conoscere la conformazione del terreno (più un terreno è rugoso più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità) e l'andamento nel tempo della direzione e della velocità del vento . E' evidente che in un territorio ad orografia complessa come quello comunale, ricco di testimonianze storiche e di bellezze turistico naturalistiche , l'inserimento di elementi che possono modificare in modo significativo il paesaggio è estremamente complesso . In tal senso si privilegiano piccoli impianti, il cosiddetto **minieolico**, comunque è estremamente importante che siano introdotti dei criteri per definire la compatibilità dell'installazione all'interno di un quadro di programma di tutela del territorio, sia su scala regionale che provinciale e comunale.E' altresì importante che venga

[17] *Fonte dati: "The global status of wind power 2008" elaborazione "Global Wind Energy Council"*

	limitato al massimo la modifica dell'ambiente mediante una attenta valutazione idrogeologica e botanico faunistica del territorio che verrà occupato dall'impianto eolico. A monte di tutte queste valutazioni deve però esserci quella tecnico-progettuale che valuta la ragione stessa dell'azione, ovvero le caratteristiche tecniche minime che un sito eolico deve possedere. Le condizioni primarie che un sito deve possedere possono essere così riassunte: √ presenza di una buona ventosità; √ costanza di tale ventosità nel corso dell'anno; √ moderata variabilità angolare della direzione del vento; √ accessibilità viaria per l'installazione delle infrastrutture e per la manutenzione.
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Per produrre energia elettrica in quantità sufficiente è necessario che il luogo dove si installa l'aerogeneratore sia molto ventoso e sia riconosciuto nella pianificazione territoriale come luogo ove poter installare tali tipologie di impianto. *I luoghi prescelti per l'installazione di fattorie eoliche non devono essere sottoposti a vincoli di PSC e PTCP ed in oltre, fattore non meno importante, devono essere facilmente accessibili.* In considerazione delle favorevoli condizioni riguardanti gli incentivi all'installazione di impianti eolici di piccola taglia, si ritiene opportuno sperimentare la loro diffusione stimolando la realizzazione di impianti pilota e dimostrativi, preferibilmente asserviti a strutture pubbliche, utenze isolate e piccoli agglomerati di case.*Tali impianti potranno trovare una collocazione anche in aree collinari o costiere, anche abbinate a particolari attività imprenditoriali, quali aziende agricole, agriturismo, strutture turistico-ricettive, strutture produttive, cooperative.* Particolare attenzione deve essere riservata alla possibilità di realizzare campi mini-eolici nelle zone del territorio comunale ad alta densità di tralicci dell'alta tensione; qualora a seguito di opportune campagne anemometriche, le suddette aree risultassero idonee allo sfruttamento dell'energia eolica, si possono prevedere accordi quadro per l'interramento dei cavi dell'alta tensione e la conseguente allocazione degli impianti eolici. L'operazione opportunamente pianificata permette, di risparmiare notevoli capitali in quanto le operazioni di interramento dell'alta tensione e di scavo per la realizzazione del campo eolico, sono altamente compatibili. *Obiettivi:* individuare soluzioni ragionevoli che consentano di arrivare ad uno sfruttamento adeguato della risorsa eolica, benché in forma limitata, ma comunque interessante ai fini del bilancio energetico comunale. tavoli di lavoro mirati ad approfondire la tematica eolica, anche al fine di concorrere alla definizione di linee guida

	regionali per la realizzazione di impianti eolici che possano superare alcune delle limitazioni imposte dalla normativa in vigore. L'obiettivo dei tavoli è la valutazione delle condizioni idonee ad uno sviluppo di tale fonte che possa conciliare le diverse esigenze, sotto il profilo dei possibili impatti sulle componenti naturalistiche, sul paesaggio e sugli aspetti storico-culturali.
Buone pratiche di progettazione	Una semplificazione burocratica è quella di rendere univocamente individuabile la corretta procedura di progettazione e presentazione della documentazione necessaria, a tal fine si suggerisce il seguente iter di documentazione: √ Progetto di installazione comprensivo di sistema di allacciamento alla rete elettrica. √ Progetto delle opere di fondazione redatto da tecnico abilitato e che tenga in debita considerazione le caratteristiche geologiche e sismiche del territorio in relazione alle condizioni di massima raffica. √ Relazione geologica e sismica comprensiva di calcolo della torre e delle fondazioni verificato alle condizioni di massima raffica. √ Posizionamento su mappa catastale. √ Documentazione del fornitore delle macchine relativa al rispetto delle normative in termini di inquinamento elettromagnetico ed acustico (inferiore ai 60 dB a 30 metri in normali condizioni di esercizio) √ Certificato urbanistico che evidenzi l'assenza di vincoli ambientali, storici, paesaggistici. √ Fotosimulazione che evidenzi l'eventuale visibilità degli impianti da centri abitati manufatti di valore storico architettonico. √ Una autocertificazione relativa al rispetto delle regole di inserimento di seguito indicate. √ Atto di impegno al ripristino dei siti dopo la dismissione delle macchine.

2.4.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	*L'energia prodotta da una turbina eolica durante il corso della sua vita media (circa 20 anni), è circa 80 volte superiore a quella necessaria alla sua costruzione, manutenzione, esercizio, smantellamento e rottamazione.* Da studi universitari è emerso che sono sufficienti, ad una turbina, due o tre mesi per recuperare tutta l'energia spesa per costruirla e mantenerla in esercizio. L'energia eolica è diventata l'energia rinnovabile meno costosa, abbassando negli ultimi 15 anni il suo costo di circa l'85%. Poiché **la potenza sviluppabile da un aerogeneratore varia col cubo della velocità del vento**, l'economia eolica dipende molto dalla ventosità del sito in cui viene ubicata. Inoltre vi sono delle economie di scala conseguibili con la costruzione dei parchi eolici che utilizzano molte turbine.

	Oltre ad essere continuamente disponibile e non inquinante, può essere utilizzata per compiere diversi lavori, sia meccanici che elettrici, altri vantaggi della tecnologia sono legati al fatto che: ➢ la sua utilizzazione pratica non richiede particolari modifiche al modo di vivere; ➢ il vento è disponibile sia di giorno che di notte, ed in zone temperate è disponibile in modo proporzionale alla richiesta; ➢ i meccanismi che sfruttano l'energia eolica non richiedono necessariamente tecnologie d'avanguardia; ➢ ecologicamente parlando non è inquinante e non influisce per nulla sugli ecosistemi in cui è inserita.
Ambientali	I sistemi eolici sono, tra le F.E.R. , quelli che hanno avuto il maggior sviluppo negli ultimi anni e sono sempre meno, anche tra gli ambientalisti, gli oppositori a tali sistemi mentre sono sempre maggiori gli studi che mettono in evidenza quale enorme potenziale è offerto dall'energia cinetica del vento. In uno studio per quantificare le risorse d'energia eolica mondiali, titolato" Wind Force 12", la European Wind Energy Association e Greenpeace concludono che il potenziale mondiale d'energia generabile dal vento sarebbe addirittura il doppio della domanda d'elettricità mondiale prevista per il 2020. Il vento è abbondante, economico, inesauribile, ampiamente distribuito, non danneggia il clima ed è pulito. Anche i costi sono scesi, e ora sono ben più favorevoli. L'energia eolica non emette effluenti inquinanti e non scarica residui tossici nell'ambiente. Gli unici incidenti registrati nel settore eolico, sono correlati solo ai lavori di costruzione e di esercizio. Pertanto essa può essere considerata come energia altamente sicura per l'ambiente e per gli esseri umani. L'energia eolica è l'energia posseduta dal vento soprattutto sotto forma di energia cinetica, la quale può essere sfruttata per la generazione di energia. L'energia eolica è rinnovabile in quanto la sua fonte (il vento) è inesauribile e gli impianti di produzione presentano un impatto ambientale molto limitato rispetto a quelli alimentati a combustibili fossili. *Gli impianti per la generazione di energia eolica occupano aree molto limitate. Infatti in un tipico parco eolico solo l'1% dell'area è occupato dalle turbine eoliche e dalle strade d'accesso, il rimanente 99% può essere sfruttato per le consuete attività agricole e di pascolo.* Facendo un confronto con le altre tecnologie rinnovabili, si può verificare quanto esigua sia l'occupazione del territorio per un impianto eolico: un aerogeneratore necessita di 0,0036 ettari per

	produrre 1,2-1,8 milioni di KWh/anno, un impianto a bio-combustibili richiede circa 154 ettari di foresta di salice per produrre 1,3 milioni di KWh/anno, un impianto fotovoltaico ne richiederebbe 1,4 ettari per produrre la stessa quantità di energia.
Occupazionali e socio economici	Oggi l'industria eolica e il suo indotto occupa nella sola Germania oltre 60.000 persone. In Danimarca sono oltre 20.000 gli addetti del settore e altri 20.000 posti di lavoro in Paesi stranieri sono garantiti dalle industrie danesi di turbine, che sono tra le più attive e competitive nel mondo. Dal punto di vista del ritorno economico degli investimenti vanno considerati sia la vendita dell'energia, che gode della priorità di dispacciamento, sia del sistema di incentivazione costituito sostanzialmente dalla possibilità di emettere certificati verdi che attestano la produzione di energia elettrica da impianti alimentati da fonti rinnovabili. Per impianti di piccole dimensioni, non è possibile accedere ai certificati verdi ma è comunque possibile beneficiare del regime di scambio sul posto che prevede la contabilizzazione dell'energia prodotta e non utilizzata ma messa in rete e quindi il saldo netto in bolletta tra energia consumata e ceduta (per impianti fino a 20 kW così come previsto dalla delibera n. 28/06 dell'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas). Il punto fondamentale per considerare il grado di convenienza economica è sempre la qualità e quantità di vento del sito nel quale installare le turbine, è sempre consigliabile una corretta analisi anemometrica prima di installare aerogeneratori. Questo è il limite principale perché comporta costi rilevanti, soprattutto perché tali analisi sono utilizzati e quindi pensate per i grandi impianti eolici, si ritiene opportuno mettere a punto un sistema di rilevamento in loco di dati eolici a costi contenuti, appositamente per il micro – eolico. Questo può essere realizzato attraverso tavoli tematici tra Comune, produttori e operatori del settore.

2.4.5 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune
Attori coinvolti o coinvolgibili	Agriturismi, piccole frazioni comunali, aziende private, Enel.

2.4.6 Esempi di buone pratiche

	√ Accordo programmatico tra Comune, eventuale società installazione pale eoliche e con il gestore della

	distribuzione per la **realizzazione di campagne anemometriche in prossimità di tralicci dell'alta tensione**, a seguito delle quali si può prevedere l'interramento dei cavi elettrici e la sostituzione del traliccio con una minipala eolica; √ organizzazione di tavoli di lavoro al fine di concorrere alla definizione di linee guida regionali per la realizzazione di impianti eolici; √ valutazione della possibilità di potenziare lo sfruttamento della fonte eolica in siti già insediati; √ sperimentazione di impianti pilota di piccola taglia, preferibilmente asserviti a strutture pubbliche o abbinate a particolari attività imprenditoriali; √ agevolazioni burocratiche per impianti di piccola taglia (di potenza complessiva massima pari a 100 kW) destinati soprattutto per aree agricole, artigianali e per i servizi. Si tratta di torri di 20/25 metri di altezza ben integrabili a paesaggi agricoli e insediamenti artigianali e industriali; √ nella progettazione delle torri per i generatori, si dovrebbe proporre, ove non già indicato, la adozione di criteri di design finalizzati all'integrazione nel paesaggio; √ stabilire - in tutte le aree escluse da vincoli paesaggistici, archeologici, storici, ambientali - la documentazione tecnica da presentare insieme alla Dichiarazione di inizio attività e evitare passaggi discrezionali e allungamento dei tempi; √ incentivare studi di fattibilità per il mini-eolico offshore.
Esempio: le "norme di buon inserimento dell'eolico nel contesto territoriale"	Compito dell'Amministrazione Comunale anche attraverso un ruolo di coordinamento della politica di diffusione del mini-eolico sul territorio comunale, è quello di individuare i *criteri per un corretto inserimento della tecnologia eolica nel contesto territoriale di riferimento*. Nel rispetto delle vigenti normative è opportuno semplificare l'approccio burocratico a livello comunale; questo può essere realizzato fornendo delle raccomandazioni tecniche agli interessati: √ La distanza minima dalle abitazioni sarà fissata in 200 metri, esclusi gli edifici di proprietà del proponente l'impianto dove la distanza si riduce a 30 metri. √ L'allacciamento alla rete elettrica – fatte salve impossibilità di natura tecnica che devono essere certificate dal GRTN – deve avvenire in bassa tensione. √ Le macchine non dovranno essere installate in corrispondenza di rotte migratorie individuate dai documenti regionali o nazionali. √ Le macchine dovranno essere installate su torri tubolari di colore analogo a quello della macchina, di colore grigio chiaro o bianco neutro e, possibilmen-

	te, trattate con vernici antiriflesso. √ La distanza dai confini di proprietà dovrà essere almeno pari all'altezza della torre. √ La distanza da strade di pubblico accesso dovrà essere al minimo pari al raggio del rotore. √ Qualora la torre sia dotata di gradini di accesso alla sommità essa dovrà essere adeguatamente protetta per evitare l'accesso alle persone non addette alla manutenzione. √ Qualora poste in prossimità di aeroporti o aviosuperfici dovranno essere posizionate all'esterno delle aree di protezione al volo in relazione alla loro altezza. √ Interramento dei cavidotti a media e bassa tensione, propri dell'impianto e di collegamento alla rete elettrica. Proprio per la ridotta dimensione delle torri dovranno essere utilizzati i percorsi di accesso presenti e comunque evitando la realizzazione di nuove strade di collegamento agli impianti, se non per la durata del cantiere, in modo da lasciare alle attività preesistenti il territorio intorno. √ Malgrado la ridotta dimensione degli impianti sarà considerata nel progetto e evidenziata negli elaborati l'eventuale visibilità degli impianti da edifici di valore storico-architettonico, da emergenze naturalistiche e dai punti di vista panoramici più rilevanti in modo da ridurne la visibilità. √ Nel caso di impianti con più torri si farà in modo di ridurre l'effetto visivo negativo dovuto all'addensamento di impianti su più linee e il cosiddetto "effetto selva".

2.4.7 Aspetti economici

Costi	La ricerca tecnologica nel settore eolico preme costantemente al ribasso dei prezzi. Negli ultimi vent'anni il costo di un kWh di energia elettrica prodotto da eolico è diminuito di oltre 5 volte. La continua contrazione dei prezzi nel settore è favorito anche dalla crescita del mercato e dalle conseguenti economie di scala delle imprese. E' quindi probabile che nel prossimo futuro tenda ulteriormente a diminuire. Ad oggi il costo di un aerogeneratore dipende da tanti fattori, primo tra tutti la taglia. Per un singolo aerogeneratore moderno di grandi dimensioni (oltre i 500 kW) può essere stimato un costo attorno ai *1000 Euro per kW di potenza installata* a cui si aggiungono costi legati alle opere collaterali (strade di accesso, connessione alla rete) che dipendono dall'ubicazione dell'impianto e che sono tanto più ammortizzabili quanti più aerogeneratori vengono posti nello stesso sito.

	Per "mini-eolico" si intendono piccoli impianti, da installare in parchi o spiagge di fattorie, villaggi o ville. Per questi impianti casalinghi il prezzo di installazione risulta più elevato, attestandosi attorno ai 1500-3000 € al kW, questo perché il mercato di questo tipo di impianti è ancora poco sviluppato.
Analisi dell'investimento	L'efficienza massima di un impianto eolico può essere calcolata utilizzando la Legge di Betz, che mostra come l'energia massima che un generatore qualunque possa produrre (ad esempio una pala eolica) sia il 59,3% di quella posseduta dal vento che gli passa attraverso. Tale efficienza è molto difficile da raggiungere, e un aerogeneratore con un'efficienza compresa tra il 40% al 50% viene considerato ottimo.
Incentivi	**Minieolico:** il valore dei certificati verdi emessi a favore degli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile è fissato in 50 MWh o multipli di detta grandezza. Gli impianti eolici di potenza compresa tra i 20 kW e i 50 kW possono avere produzioni tali da accedere al mercato dei certificati verdi. Si ricorda, inoltre, che il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 stabilisce la possibilità, per gli impianti con potenza inferiore o uguale a 20 kW, dello scambio sul posto dell'energia elettrica. E' evidente che tali semplificazioni amministrative e incentivi potranno spingere verso un maggiore interesse all'installazione di impianti eolici di tale taglia. **Eolico:** la Legge Finanziaria 2008 (Legge 24 dicembre 2007 n. 244) e il Collegato alla finanziaria (Legge 29 novembre 2007, n. 222) introducono alcune modifiche riguardo all'incentivazione dell'energia prodotta da impianti a fonte rinnovabile, sinteticamente elencate di seguito: ➢ il periodo di incentivazione mediante rilascio di **certificati verdi** ha una durata di quindici anni; ➢ a partire dal 2008 i certificati verdi hanno un valore unitario pari ad 1 MWh e sono emessi dal GSE in numero pari al prodotto della produzione netta di energia moltiplicata nel caso dell'eolico per un coefficiente unitario per impianti eolici di taglia superiore a 200 kW e per un coefficiente pari a 1,1 per impianti offshore; ➢ su richiesta del produttore e per gli impianti eolici di potenza nominale media annua non superiore a 200kW, può essere concessa esclusivamente all'energia elettrica netta immessa nel sistema elettrico, in alternativa ai certificati verdi, l'incentivazione tramite una **tariffa** fissa **onnicomprensiva** pari a 0,30 €/kWh, per un periodo di quindici anni.

	Al termine dei quindici anni l'energia elettrica è remunerata, con le medesime modalità, alle condizioni economiche previste dall'articolo 13 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Oltre a quanto sopra esposto, la Legge Finanziaria 2008 stabilisce che la produzione di energia elettrica da impianti entrati in esercizio dopo il 31/12/2008 ha diritto all'accesso all'incentivazione tramite certificati verdi o tariffa onnicomprensiva, a condizione che i medesimi impianti non beneficino di altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto energia, in conto capitale o in conto interessi con capitalizzazione anticipata. Per poter accedere ai certificati verdi o alla tariffa onnicomprensiva è necessario prima richiedere al GSE il riconoscimento della qualifica di impianto alimentato da fonti rinnovabili (IAFR), che viene rilasciata una volta accertati i requisiti previsti dal decreto legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003, che fornisce precisazioni per la regolamentazione della produzione da fonti rinnovabili e del relativo sistema di promozione ed incentivazione con Certificati Verdi, e dal decreto MAP 24/10/2005 recante "Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5 del Decreto Legislativo 16 Marzo 1999, n. 79". La tariffa onnicomprensiva ed il valore del coefficiente moltiplicativo possono essere variati ogni tre anni con decreto del Ministro dello sviluppo economico assicurando la congruità della remunerazione ai fini dell'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili. I certificati verdi sono collocati sul mercato ad un prezzo riferito al MWh elettrico, pari alla differenza tra il valore di riferimento, fissato in sede di prima applicazione in 180€/MWh, ed il valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica definito da AEEG in attuazione dell'articolo 13, comma 3, del Dlgs. 387/03, registrato nell'anno precedente e comunicato da AEEG entro il 31 gennaio di ogni anno a decorrere dal 2008. A partire dal 5 marzo 2008, il GSE offre sul mercato i Certificati Verdi nella propria disponibilità al prezzo pari a 112,88 € per MWh, al netto di IVA. *Le modalità e le condizioni economiche per il ritiro dell'energia ammessa alla tariffa fissa omnicomprensiva sono contenute nella delibera AEEG ARG/elt 1/09.*
Manutenzione	*Le turbine eoliche producono energia solo quando la velocità del vento è superiore a 10-12 m/s e viene posta fuori servizio quando essa raggiunge i 20-25 m/s.* Esse sono progettate in modo adeguato e costruite con materiali (come materiali compositi con fibra di vetro, fibra di carbonio, leghe d'alluminio, kevlar) tali da sopportare le fluttuanti sollecitazioni dovute alla variabilità del vento. Le moderne turbine eoliche hanno attualmente un ciclo operativo di vita di circa 120.000 h, un fattore di affidabilità prossimo al 100%. Il fattore di affidabilità denota la capacità di rispettare le specifiche di funzionamento nel tempo e per l'eolico è superiore a qualsiasi fattore offerto dalle altre tecnologie utilizzate nella produzione di energia elettrica.

	Un impianto eolico richiede mediamente un controllo per la manutenzione ogni sei mesi.

2.4.8 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	Recentemente, le autorità preposte al controllo del traffico aereo di alcuni paesi hanno avanzato delle perplessità circa l'installazione di nuovi parchi eolici: essi sono in grado, in molti casi, di interferire con l'attività dei radar, i quali non riescono facilmente ad eliminare gli echi dovuti alle torri eoliche, a causa della loro elevata RCS (Radar Cross Section) e, soprattutto, delle pale in continua rotazione che un sistema di telerilevamento può scambiare erroneamente per velivoli in movimento. Inquinamento acustico con le turbine eoliche: attualmente le turbine eoliche ad alta tecnologia, sono molto silenziose. Infatti si è calcolato che ad una distanza superiore a circa 200 metri, il rumore della rotazione dovuto alle pale del rotore, si confonde completamente col rumore del vento che attraversa la vegetazione circostante. L'inquinamento acustico potenziale delle turbine eoliche, è legato a due tipi di rumori: quello meccanico proveniente dal generatore e quello aerodinamico proveniente dalle pale del rotore.
Procedure autorizzative	La costruzione e l'esercizio di impianti eolici industriali è autorizzata dalla Provincia attraverso il rilascio di un'autorizzazione unica (ai sensi del D. Lgs 387 del 2003), passante per la Conferenza dei servizi cui partecipano tutte le amministrazioni interessate. • Gli impianti fino a tre torri di potenza complessiva massima pari a 100kW dovranno essere soggetti a Dichiarazione di Inizio dell'Attività (DIA) ai sensi delle norme vigenti. La Dia dovrà essere presentata da un tecnico abilitato e contenere una autocertificazione sottoscritta dal proprietario dell'impianto relativa al rispetto delle norme di inserimento di seguito elencate. • gli impianti superiori a tre torri, per potenze comprese tra 100kW e i 1.000 kW saranno soggetti all'autorizzazione unica nella forma semplificata di cui al D.lgs. 387/2003. La domanda sarà presentata al Comune che diventa responsabile del procedimento ai sensi dell'articolo 12 del DL 387/2003. I piccoli impianti civili per autoproduzione non rientrano nelle procedure descritte sopra.

2.4.9 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	➢ kW/a di potenza installati sul territorio

2.4.10 Quadro normativo di riferimento

CE	➢ Direttiva 96/92/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 dicembre 1996 concernente norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica ➢ Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
Nazionale	➢ Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. ➢ "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia". ➢ Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

2.5 COGENERAZIONE E TELERISCALDAMENTO

2.5.1 La tecnologia

La cogenerazione di energia elettrica e termica può risultare una delle opzioni più promettenti per il miglioramento del sistema energetico urbano e la riduzione delle emissioni di gas di serra. Essa viene realizzata mediante centrali termoelettriche di diverso tipo, dai motori diesel per impianti di piccola taglia, fino agli impianti a ciclo combinato per impianti di grossa taglia. *Il principio innovativo e di minor impatto ambientale di questa tecnologia è vanificato laddove non si sfrutti l'energia termica prodotta*, per questo nella scheda tratteremo contemporaneamente le applicazioni tecnologiche strettamente correlate alla cogenerazione come il teleriscaldamento[18] e la TCC[19].

Nella scheda di conseguenza verrà analizzata in particolare un'applicazione, la **cogenerazione di quartiere** che rappresenta una soluzione tecnologica molto avanzata e al contempo di complessa realizzazione.
Una centrale di cogenerazione di quartiere fornisce energia elettrica, acqua calda e fredda. L'impianto è dotato di tutti i necessari dispositivi di controllo della sicurezza, trattamento e depurazione delle acque, sistemi antincendio e di abbattimento delle sostanze inquinanti.
L'energia elettrica è prodotta da turbine alimentate ad esempio da gas metano. Il calore residuo, generato dalle turbine durante il loro processo produttivo viene utilizzato, secondo le stagioni, per scaldare acqua impiegata per il riscaldamento o per alimentare potenti macchine frigorifere che producono acqua refrigerata per la fornitura del raffrescamento.
La distribuzione del caldo e del fresco avviene mediante una rete interrata caldo e fresco costituita da una doppia tubazione pre-coibentata ad alto potere isolante, analoga-

[18] ***Il teleriscaldamento*** *è il termine utilizzato in Italia per definire quello che in genere in letteratura internazionale viene chiamato più propriamente "riscaldamento di quartiere" (District Heating).*
Si tratta di una infrastruttura tecnologica costituita da una rete di doppie tubazioni (una per l'andata e l'altra per il ritorno) di acqua calda (temperature comprese in genere tra i 90 °C ed i 120 °C).
Il sistema di distribuzione può essere diretto o indiretto; nel primo tipo un unico circuito idraulico collega la centrale di produzione con il corpo scaldante dell'utente, mentre nel secondo tipo sono presenti due circuiti separati, in contatto tra loro attraverso uno scambiatore di calore collocato nei pressi dell'utenza. Il sistema indiretto risulta il più usato in Italia; a fronte di maggiori costi di investimento e di esercizio, comporta una serie di vantaggi, quali l'utilizzo di componenti a bassa pressione per l'impianto utente, la manutenzione e l'individuazione delle perdite, la regolazione e la contabilizzazione del calore.

[19] *La cogenerazione si interfaccia perfettamente con i contratti* ***TCC Termoregolazione e Contabilizzazione del Calore*** *negli impianti di riscaldamento centralizzati, soppiantando le tradizionali logiche di gestione del riscaldamento energeticamente inefficienti ed anti-economiche e favorendo la diffusione su vasta scala delle tecnologie efficienti.*
La TCC è una procedura che sensibilizza direttamente gli utenti finali all'Uso Razionale dell'Energia (la bollettazione a consumo scoraggia comportamenti che sono fonte di sprechi, come aprire le finestre per compensare temperature eccessive o, viceversa, utilizzare stufe elettriche per integrare un riscaldamento insufficiente,etc); la TCC mantiene l'impianto aperto ad ulteriori innovazioni, come l'abbinamento integrativo con collettori solari; infine la TCC è propedeutico all'utilizzo del teleriscaldamento e del teleraffrescamento.

	mente avviene per la distribuzione dell'acqua calda sanitaria.
Stato dell' arte	La Normativa distingue gli impianti in funzione della loro taglia: ➢ Microcogenerazione per potenze elettriche <50kW ➢ Piccola cogenerazione per 50kW< potenze elettriche <1.000 kW ➢ Cogenerazione per potenze elettriche > 1000 kW In generale, si possono distinguere diversi tipi di applicazione della cogenerazione: √ Cogenerazione nelle **grandi centrali termoelettriche** con allacciamento ad una rete di teleriscaldamento su scala urbana. Per problemi di accettazione (impatto ambientale e visivo, problemi di rischio), centrali di potenza elevata vengono localizzate generalmente lontano dai centri urbani e quindi l'utilizzo del calore attraverso reti di teleriscaldamento è spesso antieconomico. √ Cogenerazione nell'**industria**, soprattutto dove si trovano cicli produttivi con consumo elevato e contemporaneo di energia elettrica e vapore di processo. Le centrali funzionano generalmente durante tutto l'anno. E' molto più semplice in questo caso realizzare un impianto di teleriscaldamento che possa soddisfare il fabbisogno termico di quartieri periferici e prossimi alla zona industriale. √ Cogenerazione di **quartiere o di isolato** (conveniente per volumetrie da riscaldare non inferiori ai 10.000 metri cubi). La produzione locale di energia elettrica avviene in prossimità dell'utenza, riducendo le perdite di trasporto e aumentando il rendimento energetico complessivo. Lo sfruttamento dell'energia termica permette una ulteriore riduzione dei costi e riduce i tempi di ammortamento dell'investimento. √ Cogenerazione in **singoli edifici** o per singoli utenti, spesso definita anche come **micro-cogenerazione**, diventa molto vantaggiosa quando devono essere realizzati piccoli lotti residenziali. La realizzazione di una serie di edifici residenziali, che preveda la micro-generazione sin dalla fase progettuale, è sicuramente un con interessanti risvolti ambientali ed economici, sia per il risparmio energetico conseguibile, sia per la maggiore sicurezza impiantistica che per le future minori spese di manutenzione.
Caratteristiche tecniche	Nei sistemi di cogenerazione il calore ad elevata temperatura (1200-1300 ºC) generato nella combustione viene utilizzato per la produzione di energia elettrica; il calore residuo a più bassa temperatura, che negli impianti tradizionali viene disperso nell'ambiente durante il processo di raffreddamento del ciclo, viene utilizzato a fini termici.

Esistono diverse tecnologie per la realizzazione di impianti di cogenerazione, in funzione della tipologia e della taglia degli impianti. Le tipologie principali sono:

- motori a combustione interna a gas o a diesel (caratterizzate da un rendimento globale del sistema del 65-90%);
- turbine a gas (caratterizzate da un rendimento globale del sistema del 70-85%);
- turbine a vapore (caratterizzate da un rendimento globale del sistema del 80-90%).

<u>I motori vengono utilizzati per taglie fino a 1 MW mentre per taglie superiori diventano più convenienti le turbine a gas. Le turbine a vapore si usano soprattutto per combustibili solidi, tipo le biomasse.</u>

Inoltre un sistema di cogenerazione può essere usato per produrre il condizionamento estivo usando sistemi ad assorbimento, che sfruttano l'energia termica calda del cogeneratore per produrre energia termica fredda.
Le grandi utenze (come centri commerciali, alberghi, ospedali, centri direzionali, università, centri di ricerca), utilizzano grandi apparati di produzione per il freddo, cioè grandi "frigoriferi" che producono grandi quantità di frigorie (unità di misura del freddo) che vengono poi inviati ai vari ambienti da raffreddare. Per questi utenti si può pensare ad una generazione combinata particolare: la trigenerazione.

La trigenerazione implica la produzione contemporanea di energia meccanica (elettricità), calore e freddo utilizzando un solo combustibile. La trigenerazione può essere ottenuta anche utilizzando una macchina frigorifera elettrica accoppiata ad un cogeneratore, il quale è in grado di produrre contemporaneamente calore ed elettricità.
La crescente domanda di energia per la climatizzazione di interni rappresenta una sfida per le politiche ambientali, nel contesto del risparmio energetico e del complesso percorso di attuazione del protocollo di Kyoto. Le tecnologie per la trigenerazione (energia elettrica, calore e freddo) sembrano promettenti ma non ancora adeguate per affrontare il mercato e risultano tuttora sprovviste di convincenti strategie commerciali. Le reti di teleriscaldamento invece, annesse a centrali in assetto cogenerativo e site in alcune grandi realtà urbane (come l'area di Torino Sud), possono costituire una concreta possibilità di sviluppo per il **teleraffrescamento**.
Grazie allo sviluppo tecnologico sono stati sostanzialmente superati i vincoli che sino a qualche tempo fa hanno frenato lo sviluppo del Teleraffrescamento. Difatti sono ora disponibili macchine, anche di taglie medio–piccole (50÷100 kW), aventi C.O.P. (Coefficient Of Perfomance) interessanti dal punto di vista dell'efficacia del sistema.

2.5.2 Attuabilità nel territorio comunale

	Sono diverse le realtà del territorio comunale pesarese che hanno investito in impianti di cogenerazione con teleriscaldamento. La soluzione offerta dalla tecnologia è difatti indicata per le nuove lottizzazioni residenziali, per le esigenze legate alle aree produttive e per determinati utenti del settore servizi. La cogenerazione, abbinata a reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento viene impiegata da diversi anni per la distribuzione a distanza del calore e del freddo su vasta scala. La combinazione di queste tecnologie offre un'importante riduzione dei consumi energetici, in quanto (grazie alle economie di scala) consente di impiegare tecnologie di produzione termica/frigorifera centralizzata ad altissima efficienza (come cogenerazione e macchine frigorifere ad assorbimento) altrimenti troppo costose per applicazioni sul singolo edificio. *Il Comune può ulteriormente contribuire alla diffusione della tecnologia attraverso :* √ la possibile realizzazione di impianti pilota di micro-cogenerazione e teleriscaldamento su edifici idonei individuati all'interno del patrimonio comunale; √ un ampio sostegno alle iniziative che riguardano reti di teleriscaldamento in aree di nuova espansione edilizia o di insediamenti di nuove realtà produttive, in considerazione dei notevoli vantaggi che possono comportare riguardo ai consumi energetici. L'obiettivo è aumentare la competitività di tali aree anche attraverso la valorizzazione ambientale dei loro sistemi produttivi, promovendo in tal modo lo sviluppo di sistemi territoriali ambientalmente certificati; √ adottando incentivi sugli oneri di urbanizzazione e una chiara procedura autorizzativa, per la realizzazione di lotti residenziali in cui la scelta impiantistica ricade sulla micro-cogererazione.
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Il teleriscaldamento da cogenerazione ha potenzialità enormi che in Italia sono poco sfruttate rispetto al resto dell'Europa. Solo 50 dei 5mila impianti di teleriscaldamento europei sono nel nostro Paese, concentrati al nord. In Europa ci sono 5mila sistemi per 150.000 chilometri di rete che erogano 555 TWh termici: il 10% del calore utilizzato a livello europeo. Il 78% di questo calore proviene da fonti rinnovabili o da recupero del calore - caratteristico del teleriscaldamento - con evidenti vantaggi ambientali. Inoltre, a questi si aggiungono almeno 100 sistemi di ' teleraffrescamento ' che vanno ad alleggerire (di 1.390 GWh) i consumi dei condizionatori d'aria nei mesi estivi. Fin dalla realizzazione dei primi impianti anche nella vicina

Emilia Romagna, il teleriscaldamento da cogenerazione è stato percepito come un servizio "d'avanguardia" e come strumento fondamentale nel processo di modernizzazione della città.

Il teleriscaldamento da cogenerazione, infatti, consente di:

- √ attivare una positiva valenza ambientale, grazie al minore impatto delle emissioni
- √ ottimizzare l'uso delle fonti fossili di energia primaria, raggiungendo livelli di efficienza termodinamica superiori ai sistemi tradizionali;
- √ ottenere una maggiore sicurezza intrinseca degli impianti a servizio dei cittadini (riduzione del numero di centri di pericolo);
- √ fornire al cittadino un "servizio" (fornitura di energia termica per il riscaldamento degli edifici) e non una materia prima da trasformare.

Per raggiungere questi obiettivi, nella predisposizione dei progetti di realizzazione e di sviluppo delle Centrali di Cogenerazione e degli impianti di Teleriscaldamento è quindi indispensabile un preciso approccio:

- √ il Teleriscaldamento può fornire un importante contributo al raggiungimento degli obiettivi generali di efficienza energetica e fornire "risposte" alle esigenze specifiche di ogni singolo territorio;
- √ i progetti delle reti di teleriscaldamento vanno quindi sviluppati in coerenza con gli indirizzi di politica energetica ed ambientale delle Amministrazioni locali .

Questa visione "di ampio respiro" presuppone che gli impianti di teleriscaldamento vengano progettati come **"reti infrastrutturali urbane"**, superando l'approccio "di minima" che molto spesso ha portato, in passato, alla realizzazione di impianti "chiusi", "ad isola".

Per le *grandi utenze energetiche* sono a disposizione diverse possibilità. In particolare è possibile intervenire sui contratti con le aziende di gestione del calore, allo scopo di richiedere interventi di risparmio energetico. Esistono inoltre specifiche aziende di servizi, le E.S.Co. (Energy Service Company), specializzate in analisi energetiche ed elaborazione di piani di ottimizzazione dei consumi: generalmente il pagamento delle prestazioni delle ESCO viene coperto interamente dai risparmi contabilizzati sulle bollette successive agli interventi realizzati.

La produzione combinata presuppone la possibilità di utilizzare il calore in prossimità del luogo stesso di produzione. In generale, infatti, trasmettere il calore a grande distanza non è tecnicamente realizzabile, a causa soprattutto dell' elevata dissipazione che si avrebbe durante la trasmissio-

ne. Per questo motivo, gli impianti di cogenerazione sorgono di solito in prossimità di utilizzatori termici. Se il calore viene prodotto a temperatura relativamente bassa, si tratterà di impieghi di tipo civile, come il riscaldamento di ambienti o il teleriscaldamento urbano; il fluido vettore è quasi sempre acqua. Se il calore prodotto è più "pregiato" (temperatura e pressione elevate), sarà utilizzato, sotto forma di vapore, in lavorazioni industriali.
L'efficienza energetica nel settore industriale e terziario verrà perseguita essenzialmente ove siano presenti condizioni di criticità dal punto di vista ambientale ed elevati consumi specifici.

Un sistema di teleriscaldamento (TLR) non è un grande impianto di riscaldamento centralizzato, bensì un "Sistema Energetico Integrato" che deve:

- assicurare un "Servizio" al cittadino cliente;
- generare un risparmio energetico complessivo;
- garantire un Piano Industriale che assicuri una gestione economica sana e produttiva.

Progettare il TLR non significa limitarsi a dimensionare correttamente le tubazioni o la centrale termica è però essenziale il corretto dimensionamento del sistema (soprattutto per reti di dimensioni ridotte).

Il Comune di Pesaro, in collaborazione con gli stakeholder territoriali, continuando a promuovere programmi di sostegno e accordi quadro per la diffusione della tecnologia dovrà focalizzare gli interventi principalmente nelle aree industriali, nelle aree industriali ecologicamente attrezzate e nelle aree soggette a procedure di bonifica e reindustrializzazione.
Su tali aree sarà dato sostegno prioritario alle azioni per l'autoproduzione di energia attraverso impianti di cogenerazione, ad alto rendimento e basso impatto ambientale, realizzati con le migliori tecnologie disponibili. L'obiettivo è aumentare la competitività di tali aree anche attraverso la valorizzazione energetico-ambientale dei loro sistemi produttivi, promovendo in tal modo lo sviluppo di sistemi territoriali ambientalmente certificati.

2.5.3 Incentivi

Un impianto cogenerativo ad 'alto rendiemento', come definito dal decreto legislativo n.20 del luglio 2007, può accedere a

- priorità di dispacciamento
- defiscalizzazione del metano
- certificati bianchi (titoli di efficienza energetica, TEE)
- riconoscimento della Garanzia di Origine

La Finanziaria 2007, i cui decreti attuativi sono stati recen-

	temente approvati, estende inoltre agli impianti di cogenerazione di potenza fino a 200 kW, alimentati da fonti rinnovabili il meccanismo dello "scambio sul posto" dell'energia elettrica, finora vigente per i piccolissimi impianti da fonti rinnovabili fino a 20 kW. Vengono, inoltre, semplificate le procedure fiscali e cancellate alcune imposte onerose sotto il profilo amministrativo, per un importo pari a circa 1mln di € all'anno. Il Teleriscaldamento (TLR) gode di incentivi in forma Diretta, attraverso le Agevolazioni Fiscali: ➢ Accisa sul metano impiegato equivalente all'accisa ad uso industriale), ma solo se abbinato a cogenerazione, A cui vanno aggiunti gli incentivi in forma Indiretta, in quanto sistema di produzione e uso efficiente dell'energia: ➢ Incentivi sul risparmio energetico ottenuto dall'impiego di Cogenerazione, fonti rinnovabili (Geotermia, Biomasse), recuperi di calore, ecc. ➢ Certificati Bianchi I Certificati Bianchi sono Titoli "commerciabili" sono rilasciati dall'AEEG che attesta il quantitativo di Risparmio energetico espresso in Tep (Tonnellate di Petrolio Equivalente). Il sistema dei CB,istituito dalle leggi di liberalizzazione del mercato elettrico (DLgs79/1999) e gas (DLgs164/2000), è regolato dai Decreti 20/7/04 normatore gestito dall'AEEG . Sono finanziati attraverso un Fondo alimentato da una apposita quota inserita in tutte le tariffe di Distribuzione dell'Energia Elettrica e del Gas Naturale.

2.5.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Gli impianti di cogenerazione convertono energia primaria, di una qualsiasi fonte, in energia elettrica ed in energia termica, prodotte congiuntamente dallo stesso impianto ed entrambe considerate effetti utili. La cogenerazione può incrementare l'efficienza di utilizzo del combustibile fossile fino ad oltre il 90%; a ciò corrispondono minori costi e minori emissioni di inquinanti e di gas ad effetto serra, rispetto alla produzione separata di elettricità e di calore. Le centrali termiche tradizionali per la produzione di energia elettrica hanno, in generale, una bassa efficienza energetica: soltanto il 30-40% dell'energia termica contenuta nei combustibili fossili viene trasformata in energia elettrica, mentre la rimanente quantità è scaricata nell'ambiente senza alcun utilizzo. Molto spesso tale calore residuo può trovare impiego nelle attività industriali, ad esempio sotto forma di vapore, oppure può essere destinato ad usi civili, come il riscaldamento degli edifici.

	La **cogenerazione abbinata alla TCC** nel settore residenziale genera maggiore sicurezza e regolarità del servizio, in quanto (a parità di fabbisogno di calore) un impianto centralizzato è più sicuro ed efficiente di molte piccole caldaie dislocate nei singoli appartamenti. Non è esclusa la valorizzazione degli impianti centralizzati esistenti e stimolo alla loro adozione nelle nuove costruzioni, grazie ai notevoli risparmi ottenibili, difatti l'economicità e ripetibilità, in quanto gli apparecchi si applicano facilmente agli impianti esistenti e le eventuali modifiche sono modeste, con tempi di ritorno degli investimenti che non superano i 9-10 anni. Rispetto agli impianti di riscaldamento / raffrescamento centralizzati di tipo tradizionale, con il teleriscaldamento si ottiene un risparmio del 20 - 30 % , sostenendo unicamente i pagamenti legati all'effettivo consumo. La dotazione di un contatore di calore nella sottocentrale significa che ogni utente controlla in tempo reale il livello dei propri consumi. Anche il pagamento avviene solo per il calore e/o fresco effettivamente utilizzati. Inoltre l'assenza dell'impianto domestico autonomo azzera i costi di manutenzione e gestione oltre ad offrire maggior disponibilità di spazio a proprio vantaggio.
Ambientali	I benefici ambientali sono direttamente connessi alla riduzione dei consumi di energia primaria (principalmente gas naturale e gasolio), che si traduce, solo dal punto di vista ambientale, in una consistente riduzione delle emissioni da parte delle centrali termiche. Essa consente un risparmio energetico, rispetto alla produzione separata delle stesse quantità di energia. Un vantaggio ambientale della cogenerazione è legato alla possibilità di generazione elettrica e termica per le utenze isolate. Mediamente un impianto di cogenerazione permette per ogni MWh prodotto un risparmio di 450 kg di CO_2 rispetto alla produzione separata di energia elettrica (da centrale termoelettrica) ed energia termica (caldaia convenzionale). I vantaggi della **cogenerazione** derivano evidentemente dall'aumento dei rendimenti di generazione rispetto alla generazione separata di energia elettrica e calore e dalla riduzione delle perdite di trasporto e distribuzione, connessa alla distanza fra sito di generazione e sito di utilizzazione dell'energia. La cogenerazione è una tra le soluzioni migliori per realizzare un sistema di produzione energetica decentralizzato. La produzione locale di energia elettrica avviene in prossimità dell'utenza, riducendo le perdite di trasporto e aumentando il rendimento energetico complessivo. La cogenerazione di piccola taglia, o **micro – cogenerazione**, è caratterizzata da un basso impatto ambientale, con conseguente avvicinamento agli obiettivi del protocollo di Kyoto. La cogenerazione di piccola taglia, con una potenza elettrica inferiore a 1 MWe, può essere applicata in ospedali, alberghi, centri commerciali, centri sportivi e piscine, grandi complessi residenziali, serre e piccole/medie industrie. Importante ricordare come una possibile ottimizzazione ai fini della riduzione di emissioni climalteranti, sia

	l'utilizzo delle **biomasse** per l'alimentazione di un impianti di cogenerazione. Questa fonte rinnovabile è particolarmente indicata per impianti inseriti in un contesto ambientale prettamente agricolo, capace di divenire motore per la produzione locale di biomassa energetica (ad esempio cippato di legna), come possibile sviluppo economico, anche alternativo alle coltivazioni intensive dominanti. Per motivi gestionali ed economici, tali impianti risultano convenienti quando viene utilizzato quasi tutto il calore da parte dell'utenza. I vantaggi del **teleriscaldamento** derivano da molteplici fattori, principalmente la distribuzione di acqua calda agli edifici di una città consente di sostituire l'impiego delle caldaie degli impianti di riscaldamento con evidenti vantaggi pratici. La distribuzione di acqua calda si giustifica però quando questa è a sua volta resa disponibile a condizioni economiche vantaggiose, sufficienti cioè a compensare i costi di investimento, di gestione e manutenzione della rete di tubazioni. Questa situazione si realizza in genere quando il calore distribuito è costituito in pratica da un "sottoprodotto" della produzione di energia elettrica, utilizzando un impianto di cogenerazione . Le maggiori valenze del teleriscaldamento sono senza dubbio di carattere ambientale, poiché sostituiscono una molteplicità di punti di combustione con unico impianto decentrato, che consente un miglior controllo ed una migliore resa energetica. Inoltre vi é anche la possibilità di utilizzo di combustibili alternativi che non potrebbero essere impiegati con la stessa facilità in impianti di combustione diffusi, come la biomassa forestale a cippato o altri combustibili di recupero. Ulteriori vantaggi derivanti dal teleriscaldamento sono l'eliminazione delle emissioni inquinanti delle caldaie di condominio (ossidi di azoto, ossidi di zolfo e polveri etc.). Il **teleraffrescamento** è una solutione alternativa al condizionamento estivo tramite pompe di calore e condizionatori, rispettosa dell'ambiente e sicura per la produzione di acqua fredda per il raffrescamento degli edifici residenziali, terziari e commerciali.
Occupazionali e socio economici	Per capire le potenzialità della combinazione di tecnologie finora presentate a livello occupazionale e socio economico è sufficiente ricordare, ad esempio, che il Mercato dei Servizi Energia per i condomini e per i nuovi agglomerati residenziali, ha un potenziale enorme e rappresenta un contributo importante al raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei consumi nazionali di energia primaria fissati dai recenti Decreti 20 luglio 2004. *La strategia di intervento prevede la promozione, attraverso il servizio dello Sportello Energia, di imprese multiutilities, ambientalmente certificate, in grado di realizzare gli impianti* e fornire un'ampia gamma di servizi in campo energetico: approvvigionamento energetico, teleriscaldamento, smaltimento rifiuti, approvvigionamento idrico, ser-

	vizi ambientali, logistica, tecnologia dell'informazione. Dal punto di vista occupazionale si richiede una manodopera molto qualificata, sia in fase di progettazione che di installazione e soprattutto sull'eventuale manutenzione, una filiera professionale di qualità. Sia per le applicazioni civili che industriali risulta molto importante il sostanziale vantaggio economico e semplificativo anche dal punto di vista impiantistico. Le motivazioni che hanno spinto molte aziende a tale pratica sono ricercabili nella convenienza economica dell'autoproduzione rispetto all'acquisto di energia elettrica, in particolare nei settori che presentavano anche opportunità di utilizzo del calore. La strategia di intervento prevede la promozione di E.S.Co. o di imprese multiutilities, ambientalmente certificate, in grado di realizzare gli impianti e fornire un'ampia gamma di servizi in campo energetico: approvvigionamento energetico, teleriscaldamento, smaltimento rifiuti, approvvigionamento idrico, servizi ambientali, logistica, tecnologia dell'informazione. Generazione di Certificati Bianchi (TEE) e titoli di Emission Trading introdotti dalle più recenti normative italiane ed europee. Gli interventi proposti sono estremamente congeniali all'attività delle Energy Service Companies in quanto rappresentano prodotti maturi nel mercato dei Servizi Energia rivolti alle famiglie e alle imprese; la diffusione di queste tecnologie, accanto all'esperienza maturata in campo gestionale, può favorire direttamente lo sviluppo di questi nuovi soggetti imprenditoriali, nati con il mercato libero dell'energia e indicati nei Decreti sull'Efficienza Energetica come interlocutori ideali nelle attuali politiche nazionali di risparmio energetico Considerato lo stato dell'arte della tecnologia presa in esame e il trend della domanda di energia per il condizionamento, il **teleraffrescamento** comporta benefici sociali netti sia dal punto di vista degli investimenti (investimento complessivo, manutenzione e costi di esercizio) sia dal punto di vista delle esternalità ambientali.

2.5.5 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune
Attori coinvolti o coinvolgibili	➢ Aziende distributrici e produttrici di gas per agevolare eventuali allacci a impianti di micro-cogenerazione che forniscano ampie zone con teleriscaldamento e teleraffrescamento. ➢ Associazioni di categoria (industriali, albergatori, amministratori condominiali, costruttori, ect). ➢ Residenti, installatori, manutentori e associazioni dei

consumatori insieme ad altri soggetti, sono strettamente coinvolgibili nell'azione di diffusione della tecnologia di produzione di EE ed ET tramite impianti di cogenerazione.

2.5.6 Il ruolo dello Sportello Energia

Un ruolo dello Sportello Energia sarà quello di informazione diretta, ma anche promozione delle interazioni auspicabili tra i soggetti interessati:

- √ promozione della pratica di **acquisto cooperativo** di impianti di cogenerazione e/o trigenerazione, nei confronti dei cittadini residenti in condomini, cooperative di imprenditori con aziende che necessitano di energia termica ;
- √ definizione e stipula di un **protocollo d'intesa** con gli installatori, i potenziali utenti interessati ed istituti di credito per l'incentivazione di installazione di impianti di cogenerazione e teleriscaldamento;
- √ raccolta delle informazioni e creazione di una **banca dati informatizzata** degli edifici che dispongono delle caratteristiche tecniche idonee per l'installazione di un impianto di cogenerazione e teleriscaldamento;
- √ definizione di una campagna di divulgazione delle informazioni, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione dei sistemi di cogenerazione e teleriscaldamento .

Studio di **pre-fattibilità** per impianti di cogenerazione: un ruolo dello Sportello Energia può essere quello di fornire, agli interessati, la corretta procedura per effettuare uno studio di pre-fattibilità funzionale alla realizzazione di un impianto di cogenerazione.
I fattori chiave dell'analisi di pre-fattibilità che influenzano la selezione di un sistema di cogenerazione sono molteplici; le condizioni più importanti sono le caratteristiche dei carichi elettrici e termici del consumo e la possibilità di cedere l'elettricità in eccesso alla rete. Per la realizzazione di uno studio di pre-fattibilità sono necessari di conseguenza i dati seguenti:

1. **Carichi termici:**
    - carichi termici (pressione, temperatura);
    - carico del vapore, ad ogni livello di pressione;
    - carichi termici dell'acqua calda ad alta pressione;
    - carichi termici dell'acqua calda a bassa pressione;
    - carichi termici diretti (es. essiccatoi) e livello di temperatura.

2. Schemi relativi ai consumi:

- diagrammi giornalieri;
- diagrammi settimanali;
- variazioni stagionali;
- esistenza di interruzioni nel consumo termico (esclusi guasti) – quando, per quanto tempo e perché;
- ore di funzionamento annuo;
- quantità di condensa di ritorno (temperatura, caratteristiche).

3.Carichi elettrici:

- capacità elettrica installata;
- massimo carico orario;
- diagrammi giornalieri;
- diagrammi settimanali;
- variazioni stagionali.

4.Situazione attuale delle interconnessioni:

- Con consumatori di calore esterni: nel caso in cui già l'azienda vende calore a consumatori esterni devono essere il prezzo di cessione, la tipologia dei contratti e delle relazioni contrattuali;
- Per la rete elettrica:contratti, relazioni con l'azienda che acquista l'elettricità, prezzi di cessione;
- Con la rete del gas: vanno elabora i dati sulla rete di fornitura del gas in caso di cogenerazione alimentata a gas, individuando il proprietario della rete del gas e la sua lunghezza, diametro e capacità della fornitura di gas del tratto di rete che porta all'utente.

5. Condizione degli impianti esistenti: solitamente sia per il settore produttivo, che per il settore terziario la produzione di calore (vapore e acqua calda) è garantita tramite caldaie alimentate a combustibile liquido o a gas naturale. Deve essere pertanto valutata la convenienza, relativamente alla tipologia di intervento che ci si prefigge di andare a realizzare con l'impianto di cogenerazione, dell' intervento che può essere di integrazione o di sostituzione.

2.5.7 Esempi di buone pratiche

In Austria, Germania e Svizzera i sistemi di teleriscaldamento vengono inseriti nelle previsioni progettuali dei piani regolatori comunali e progettati sulla base delle nuove lottizzazioni urbane. Un simile livello di indirizzo a livello nazionale ancora non esiste, ma nulla vieta all'Amministrazione Comunale di adottare questa opzione che comporta come già detto grandi vantaggi. Esistono sul

territorio Nazionale numerosi esempio di buone pratiche :

Ponte San Giovanni (Comune di Perugia):
l'intervento rappresenta il primo impianto di cogenerazione e teleriscaldamento "di quartiere", realizzato a servizio del centro multifunzionale di Ponte San Giovanni a Perugia. Alla zona è assegnato un mix di funzioni che comprende residenze (55%), direzionale produttivo (40%), servizi a livello urbano territoriale (5%). L'intervento edilizio possiede la Certificazione che ne attesta l'appartenenza alla classe A di efficienza energetica ed è il primo esempio di architettura ecosostenibile, oggetto di progettazione integrata e dotato di titolo di Valutazione di Sostenibilità.
Torino:
L'impianto Moncalieri-Torino Sud rappresenta la più importante realizzazione di teleriscaldamento in Italia ed una delle principali in Europa.
Il calore viene prodotto dalla centrale di cogenerazione di Moncalieri, mentre quello di integrazione e di riserva viene rilasciato dalle centrali termiche convenzionali di Moncalieri (141 MW termici) e del BIT (255 MW termici). Complessivamente, i gruppi di cogenerazione hanno una potenza installata pari a 520 MW elettrici e 460 MW termici.
La rete di teleriscaldamento è costituita da un sistema di tubazioni che trasportano il calore sotto forma di acqua surriscaldata alla temperatura di 120°C ed alla pressione massima di 16 bar, agli edifici da riscaldare. Essa si estende per oltre 250 chilometri di doppia tubazione, su un'area di circa 12 chilometri quadrati.
Torino: impianto Le Vallette
L'impianto Le Vallette è costituito da tre cogeneratori diesel, da un post-combustore dei gas di scarico dei motori endotermici e da caldaie di integrazione e riserva. Il tutto per una potenza elettrica installata pari a 31,6 MW, una potenza termica installata in cogenerazione pari a 45, 2 MW ed una potenza termica installata in caldaie di integrazione e riserva pari a 54,8 MW.
L'impianto di Le Vallette alimenta le reti di teleriscaldamento del quartiere omonimo: una a portata costante e a temperatura variabile (temperatura massima: 60° C), l'altra del tipo più recente a portata variabile e temperatura fissa (temperatura 90°C), che alimenta tutte le nuove utenze dotate di sottostazione di scambio termico. Complessivamente, le reti si estendono per circa 37 km e servono una volumetria pari a 2.950.000 metri cubi.
Genova: impianto Sampierdarena
L'impianto dispone di una turbina alimentata a gas metano, in grado di fornire una potenza elettrica di circa 21 MW. I gas scaricati dalla turbina, prima di venire rilasciati nell'atmosfera, vengono convogliati ad un recuperatore (caldaia a recupero) che consente di convertire il calore residuo presente nei fumi in vapore destinato ad una seconda turbina elettrica od a scambiatori di calore atti ad alimentare la rete di teleriscaldamento limitrofa per il servizio di climatizzazione degli edifici allacciati.

Comune di Pesaro:
Come già descritto nel PEAC, l'Amministrazione comunale si è fatta promotrice di accordi quadro per la realizzazione di impianti di cogenerazione e teleriscaldamento sul territorio.
Ulteriori azioni volte alla diffusione di impianti di micro-cogenerazione nel settore terziario e residenziale a partire da edifici pubblici :

- √ il Comune per gli edifici di sua competenza, potrà valutare quelli maggiormente energivori e a seguito di tale analisi effettuarne una sulla convenienza economico - energetica conseguente all'adozione di sistemi innovativi (cogenerazione, trigenerazione) che prevedano teleriscaldamento e teleraffrescamento al fine di ottimizzare le prestazioni degli impianti di tipo cogenerativo anche in condizioni estive;
- √ incentivare la diffusione della tecnologia cogenerazione/trigenerazione tra gli utenti privati più idonei alla stessa (settore alberghiero/ristorazione/filiera agro-alimentare) ;
- √ incentivi e semplificazioni burocratiche per la riqualificazione impiantistica attraverso le E.S.Co. : stipula di contratti di fornitura calore a condomini medio-grandi basati, su sistemi di **"Termoregolazione e Contabilizzazione del Calore"** per impianti centralizzati. Tali sistemi puntano a sostituire le usuali logiche di gestione del riscaldamento energeticamente inefficienti ed anti-economiche; conferiscono agli utenti i benefici di un riscaldamento autonomo, ma fanno risparmiare energia sfruttando al meglio le caratteristiche del sistema centralizzato (più efficiente, più sicuro, meno costoso). L'azienda è remunerata in base al risparmio, auto-incentivandosi a mantenere gli impianti in piena efficienza;
- √ incentivi e semplificazioni finalizzate alla centralizzazione della produzione di energia elettrica e calore a livello di distretto per tutte le nuove aree edificabili individuate;
- √ incentivi e semplificazioni burocratiche nel settore dell'edilizia residenziale per la promozione della cogenerazione in combinata a pannelli radianti a bassa temperatura a parete o a pavimento finalizzati a soddisfare la domanda termica di climatizzazione estiva e invernale;
- √ nel caso di aree di nuova espansione edilizia o di insediamenti di nuove realtà produttive, sarebbe opportuno che il Comune introducesse nelle procedure autorizzative anche criteri basati sulla efficienza energetica, incentivando l'utilizzo della cogenerazione e la realizzazione di reti di teleriscaldamento;
- √ stipula di protocolli d'intesa tra le aziende distributrici di gas e l'Amministrazione comunale per la promozione di impianti di micro-cogenerazione

	presso il proprio patrimonio; √ definizione degli incentivi e sostegni finanziari per studi di fattibilità per micro-cogenerazione presso utenze produttive consorziate; √ promozione di accordi volontari locali tra i distributori ed i produttori di gas e le categorie degli utenti, che attivino schemi di implementazione della micro-cogenerazione;

2.5.8 Aspetti economici

Costi	Per la *cogenerazione* il costo varia in funzione della taglia e della tipologia dell'impianto, ad oggi i prezzi di mercato vanno dai 1000€/kWe installato (motore a combustione interna) 2000€/kWe (turbina a gas). La rete di distribuzione è la parte più costosa dell'impianto di *teleriscaldamento*: si stima che il suo costo incida sull'investimento complessivo tra il 50% e l'80%.
Tempi di ritorno dell'investimento	E' un parametro difficile da stimare poiché è collegato a innumerevoli variabili, dalla taglia dell'impianto di cogenerazione, alla variazione della domanda termica ed elettrica nel tempo, al numero di ore di funzionamento dell'impianto, alla lunghezza della rete di teleriscaldamento. Nel caso di un impianto di cogenerazione e teleriscaldamento per il settore residenziale, se si tratta di una nuova lottizzazione e quindi la scelta viene effettuata nella fase progettuale, il costruttore può risparmiare sui costi di investimento iniziali.
Incentivi per investimenti pubblici e privati	Il contesto normativo nazionale che incentiva la cogenerazione ad alto rendimento è il Decreto Legislativo n. 20 - 08.02.2007 . √ esenzione dall'obbligo di acquisto di certificati verdi; √ diritto al rilascio di certificati verdi (per i soli impianti di cogenerazione abbinati al teleriscaldamento di cui all'art. 14 del D. Lgs. 8 febbraio 2007, n. 20) √ diritto all'utilizzazione prioritaria dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione, dopo quella prodotta da fonti rinnovabili; √ prezzi incentivanti per l'energia elettrica prodotta in cogenerazione da impianti di potenza inferiore a 10 MVA; √ qualifica di Cliente Idoneo sul mercato del gas naturale per la sola quota di gas utilizzata in cogenerazione; √ possibile ottenimento di titoli di efficienza energetica commerciabili. La Legge **Finanziaria 2008** (Legge 24 dicembre 2007 n.

	244) e il Collegato alla finanziaria (Legge 29 novembre 2007, n. 222) introducono alcune modifiche riguardo all'incentivazione dell'energia prodotta da impianti a fonte rinnovabile, in particolare il periodo di incentivazione mediante rilascio di certificati verdi ha una durata di quindici anni e a partire dal 2008 i certificati verdi hanno un valore unitario pari ad 1 MWh. Al termine dei quindici anni l'energia elettrica è remunerata, con le medesime modalità, alle condizioni economiche previste dall'articolo 13 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. A decorrere **dal 1 gennaio 2009**, gli impianti di cogenerazione ad alto rendimento di potenza fino a 200 kW possono accedere al servizio di scambio sul posto secondo le modalità previste dalla deliberazione dell' Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas del 3 giugno 2008 – ARG/elt 74/08.

2.5.9 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	➢ Le richieste di energia elettrica e calore devono essere il più possibile contemporanee; ➢ il rapporto calore ed elettricità richiesti dalle utenze devono essere il più possibile uguali a quelli offerti dalle macchine ➢ Le domande energetiche devono presentarsi per un elevato numero d'ore l'anno.
Procedure autorizzative	➢ L'amministrazione competente al rilascio dell'autorizzazione per la costruzione e l'esercizio degli impianti di cogenerazione di **potenza termica uguale o inferiore a 300 MW** prevede un procedimento unico, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241. ➢ Per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti di cogenerazione di **potenza termica superiore a 300 MW**, ivi comprese le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, si applica la normativa di cui al decreto-legge 7 febbraio 2002, n. 7, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 aprile 2002, n. 55. ➢ Col provvedimento di cui all'articolo 1, comma 88, della legge 23 agosto 2004, n. 239, ed anche con riguardo agli aspetti di sicurezza antincendio, di intesa con la Conferenza unificata, sono stabilite procedure autorizzative semplificate per l'installazione e l'esercizio di unità di piccola e di **micro-cogenerazione**, tenendo anche conto di quanto previsto dall'articolo 1, comma 86, della medesima legge n. 239 del 2004.
Manutenzione	Nel caso di utenze condominiali, ospedali, imprese ect in accordo con una E.S.Co. la manutenzione degli impianti è a cura della stessa, che proprio per le peculiarità contrattuali

	avrà tutto l'interesse a fornire un servizio di massima efficienza. Il servizio viene prestato e garantito al solo costo della "bolletta", che comprende manutenzione e consumo. Spesso le E.S.Co. si servono di personale qualificato in grado di gestire una o più centrali di cogenerazione attraverso il telecontrollo che rileva un costante monitoraggio del funzionamento dell'impianto, questo assicura la possibilità di effettuare, anche a distanza, interventi in tempo reale.

2.5.10 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	Il risparmio di energia primaria (TEP) e la conseguente riduzione di anidride carbonica rappresentano un indicatore dell'azione nel tempo.

2.5.11 Quadro normativo di riferimento

CE	➢ Direttiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 febbraio 2004 sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE. ➢ La Direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione ad alto rendimento è stata attuata all'inizio del 2007 con il Dlgs 20/07.
Nazionale	Legge 23 agosto 2004, n. 239:"Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni in materia di energia" *pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 215 del 13 settembre 2004 - serie generale*. Decreto del Ministero delle Attività Produttive e dell'Ambiente e Tutela del Territorio 24/10/2005: "Direttive per la regolamentazione della emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, comma 71, della legge 23 agosto 2004, n. 239" *pubblicato nel supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 265 del 14 novembre 2005 - serie generale*. Decreto Legislativo 8 febbraio 2007, n. 20: "Attuazione della direttiva 2004/8/CE/ sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE" . Decreto del 6 novembre 2007: "Approvazione delle procedure tecniche per il rilascio della garanzia d'origine dell'elettricità prodotta da cogenerazione ad alto rendimento" *pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 275 del 26 novembre 2007*. Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico di concerto col Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 21/12/2007: "Approvazione delle procedure per la qualificazione di impianti a fonti rinnovabili e di impianti a idrogeno, celle a combustibile e di cogenerazione abbinata al teleriscaldamento ai fini del rilascio dei certificati verdi" pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 9 alla "Gazzetta Ufficiale" n. 16 del 19 gennaio 2008.

Delibere dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.
Delibera n. 42/02 "Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 79 del 4 aprile 2002 - serie generale .*
Delibera n. 60/04:"Avvalimento della Cassa conguaglio per il settore elettrico per intensificare ed estendere le verifiche e i sopralluoghi sugli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, fonti assimilate a quelle rinnovabili e sugli impianti di cogenerazione" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 108 del 10 maggio 2004* .
Delibera n. 201/04:" Modifica ed integrazione delle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 19 marzo 2002, n. 42, e 30 dicembre 2003, n. 168, in materia di riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione e di dispacciamento delle unità di cogenerazione" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 288 del 9 dicembre 2004 .*
Delibera n. 215/04 "Approvazione del Regolamento per l'effettuazione di verifiche e sopralluoghi sugli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, da fonti assimilate alle rinnovabili e sugli impianti di cogenerazione" .
Delibera n. 296/05 "Aggiornamento dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 19 marzo 2002, n. 42/02" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 26 del 1° febbraio 2006 .*
Delibera AEEG n. 2/06 "Proroga dell'incarico ai componenti del Comitato di esperti costituito ai sensi dell'articolo 2, comma 2.4, della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 22 aprile 2004, n. 60/04. Definizione di energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale ai fini delle verifiche di cui alla medesima deliberazione n. 60/04".
Delibera n. 280/07 "Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 284 del 6 dicembre 2007 .*
Delibera n. 307/07 "Aggiornamento, a decorrere dal 1 gennaio 2008, dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e

	il gas 19 marzo 2002, n. 42/02" *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sul Supplemento Ordinario n. 9 alla "Gazzetta Ufficiale" n. 11 del 14 gennaio 2008* . Delibera ARG/elt 74/08 "Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP)" . Delibera ARG/elt 99/08 "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)." *pubblicato sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (www.autorita.energia.it) e sul Supplemento Ordinario n. 197 alla "Gazzetta Ufficiale" n. 196 del 22 agosto 2008 .* Delibera ARG/elt 145/08 "Modifica della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 19 marzo 2002, n. 42/02, in materia di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in cogenerazione" .

2.6 BIOEDILIZIA

2.6.1 La tecnologia

La bioedilizia si basa su alcuni principi di carattere generale che si rifanno al concetto di sviluppo sostenibile, ovvero quello sviluppo che garantisce il soddisfacimento dei bisogni dell'uomo oggi, ma che non comprometta alle generazioni future di soddisfare i propri.
I principi fondamentali della bioedilizia sono sono:

- *analizzare il sito dove sorge o sorgerà l'edificio*, per sfruttarne le potenzialità e individuare gli elementi perturbatori ed inquinanti;
- *analizzare le esigenze degli occupanti*, in modo che il progetto sia a misura di chi vi abita;
- *i materiali utilizzati devono essere bio-ecocompatibili*, cioè non devono danneggiare l'uomo né l'ambiente;
- *i materiali devono essere valutati in funzione al loro ciclo di vita*, cioè devono essere a basso consumo energetico nella produzione, nella messa in opera e nel caso di demolizione;
- *progettare l'edificio in modo da contenere il suo fabbisogno energetico:*
    1. orientare correttamente l'edificio e i locali al suo interno;
    2. massimizzare i guadagni solari e minimizzare le dispersioni (in inverno);
    3. evitare fenomeni di surriscaldamento e favorire il raffrescamento passivo (in estate);
    4. valutare la collocazione più opportuna delle aperture;
    5. utilizzare impianti ad alta efficienza energetica;
- *utilizzare fonti energetiche rinnovabili* , come il sole, la biomassa, ecc;
- *garantire il comfort interno all'edificio:*
    1. comfort termico;
    2. comfort luminoso;
    3. comfort acustico;
- *garantire il comfort esterno all'edificio:*
    1. comfort termico;
    2. comfort luminoso;
    3. comfort acustico;
- *integrarsi con l'ambiente, non danneggiarlo e sfruttarne le potenzialità.*

Tra le azioni di maggiore efficacia per l'efficienza nel settore edilizio vi é l'introduzione nell'apparato normativo, in particolare all'interno dei regolamenti comunali (REC e PRG), di norme specifiche che riguardino il contenimento del fabbisogno energetico negli edifici.
Anche se generalmente disattesa, già la legge 10/91 imponeva, per gli edifici di proprietà pubblica o di uso pubblico, di soddisfare il fabbisogno energetico favorendo il ricorso alle fonti rinnovabili, salvo gravi impedimenti di natura tecnica o economica che dovevano essere puntualmente documentati in fase di progetto. Ancora di più il D.Lgs.

192/2005, in recepimento della Direttiva Europea 2002/91 sul rendimento energetico in edilizia, obbliga a tali interventi e fissa i requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici, intervenendo sul sistema edilizio nella sua complessità (coibentazione, riscaldamento, condizionamento, illuminazione, impiego delle fonti rinnovabili di energia). Il decreto inoltre ripropone la certificazione energetica degli edifici, come già previsto dalla legge 10/91, stabilendo che negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, la cui metratura utile totale supera i 1000 m^2, l'attestato di certificazione energetica sia affisso nello stesso edificio a cui si riferisce, in luogo facilmente visibile in pubblico.

Attraverso una serie di Norme Tecniche Attuative il Comune di Pesaro ha già inserito nel regolamento edilizio uno Regolamento per la Bio-Archiettura, contenete norme anche cogenti, relative a tecniche di risparmio ed efficienza energetica, di sfruttamento delle energia rinnovabili e di utilizzo di modalità costruttive proprie dell'edilizia bioclimatica.

Questa scelta è già stata fatta in Italia da molte amministrazioni locali ed è in linea con le più avanzate esperienze delle città europee; al riguardo i risultati positivi sono molteplici ed i benefici ottenibili superano di gran lunga i costi. I requisiti che si intendono introdurre nei regolamenti edilizi possono essere suddivisi in due tipologie:

- √ requisiti cogenti;
- √ requisiti raccomandati.

Al fine di far meglio accettare le raccomandazioni ad applicare le specifiche tecniche di risparmio, i requisiti del secondo tipo sono accompagnati da incentivi volumetrici o economici, quali una riduzione degli oneri di urbanizzazione.
In ogni caso il regolamento tiene in forte considerazione l'assetto urbanistico e l'aspetto architettonico degli edifici. Pertanto tutti gli eventuali interventi sulle superfici esterne dovranno risultare ben integrati con la strutture edilizie.

Tra i **requisiti obbligatori**, che potrebbero essere inseriti dall'Amministrazione Comunale, in un'ottica di ulteriore adeguamento dei propri strumenti di pianificazione alla normativa ed alle buone pratiche in edilizia, potranno essere inclusi i seguenti accorgimenti:

- √ in base alla necessità di rispettare nel suo complesso quanto previsto dal D.Lgs. 192/2005, si introducono già da subito i valori limite di trasmittanza termica previsti a partire dal 1 gennaio 2009; tali valori sono più restrittivi di circa un 20% rispetto a quelli in vigore dal 1 gennaio 2006;
- √ in tutti i nuovi edifici è reso obbligatorio, tramite norma tecnica del REC, installare impianti alimentati

da collettori solari per coprire una ben definita percentuale del fabbisogno annuale di acqua calda sanitaria;

- √ in tutti gli edifici di nuova realizzazione devono essere installati sistemi per il contenimento dei consumi idrici, quali erogatori a basso flusso per docce e i rompigetto areati per rubinetti;
- √ gli allacci, negli edifici di nuova realizzazione, per lavatrici e lavastoviglie debbono essere predisposti per gli apparecchi dotati di doppio attacco idraulico (acqua fredda e calda) in modo da consentire di non utilizzare energia elettrica per il riscaldamento dell'acqua;
- √ la progettazione degli edifici di nuova costruzione deve tenere conto di alcune norme di domotica e progettazione bioclimatica, quali :

   1. l'asse principale deve essere orientato lungo la direzione est-ovest;
   2. i locali di soggiorno e quelli nei quali si svolge principalmente vita abitativa devono essere esposti a sud e in seconda battuta sui lati est ed ovest;
   3. le superfici trasparenti vanno ampliate negli orientamenti a sud e diminuite negli orientamenti a nord;
   4. vanno realizzati aggetti orizzontali in maniera tale da proiettare ombra durante il periodo estivo, soprattutto nella parte centrale della giornata.

Gli interventi descritti devono essere applicati a meno di documentati impedimenti di natura tecnica; nel qual caso si introduce l'obbligo di redazione di una specifica relazione tecnica asseverata che giustifichi e documenti l'impossibilità di attuare gli
interventi.

Tra i **requisiti raccomandati**, che potrebbero essere inseriti dall'Amministrazione Comunale, in un'ottica di ulteriore adeguamento dei propri strumenti di pianificazione alla normativa ed alle buone pratiche in edilizia, potranno essere inclusi i seguenti:

- √ utilizzo di pareti e di tetti ventilati nonché l'aumento degli spessori per una maggior resistenza termica. A tal fine è consentito l'aumento di volumetria derivante dall'adozione di spessori che la particolare tecnologia richiede;
- √ utilizzo della ventilazione naturale degli ambienti anche ai fini della rimozione dei carichi termici durante i periodi caldi.
- √ sfalsamento dei vari piani o di volumi dell'edificio per permettere alla radiazione solare di raggiungere anche locali esposti a nord; questo aumenta il ri-

	sparmio energetico anche per illuminazione naturale; √ aumento dell'inerzia termica per climatizzazione; in questo modo la radiazione che colpisce l'edificio viene assorbita dalle masse pesanti attenuando il carico estivo ed accumulando calore nel periodo invernale; √ impiego di impianti fotovoltaici curando in modo particolare la loro integrazione nella struttura edilizia.
Stato dell'arte	L'aumento dell'efficienza energetica è un obiettivo irrinunciabile del Piano Energetico Ambientale Regionale, sia sul versante della produzione sia su quello dei consumi finali. In accordo con il PEAR, il Comune intende raggiungere tale obiettivo focalizzando gli interventi principalmente negli usi finali, nel settore edilizio e nelle aree industriali ed ecologicamente attrezzate, come identificate da L.R. 9/1999 e D.G.R. 1486/2000. Con l'approvazione della **Legge regionale 17 giugno 2008**, **n. 14** "*Norme per l'edilizia sostenibile*", la Regione Marche promuove e incentiva la sostenibilità energetico-ambientale nella realizzazione delle opere edilizie pubbliche e private, nel rispetto dei vincoli derivanti dall'ordinamento comunitario e dei principi fondamentali desumibili dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia) ed in armonia con la direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici. La Legge inoltre introduce le *linee guida per la "certificazione energetico-ambientale degli edifici"*, relative agli edifici residenziali e non residenziali. Le Linee Guida contengono il sistema di valutazione della qualità ambientale ed energetica degli interventi di edilizia sostenibile. Tale sistema è finalizzato, in particolare, a certificare il livello di sostenibilità degli interventi edilizi anche ai sensi dell'articolo 4 del d.lgs. 192/2005, a definire le priorità e graduare gli incentivi economici, nonché a stabilire le soglie minime al di sotto delle quali non è consentito il rilascio delle certificazioni né l'accesso ai contributi e agli incentivi previsti dalla presente legge. La Legge infine prevede una serie di contributi economici, sconti sugli oneri di urbanizzazione ed incentivi volumetrici che verranno erogati in accordo anche con le Amministrazioni Comunali, a soggetti pubblici e privati per la realizzazione di edifici sostenibili, in misura proporzionale al livello di sostenibilità raggiunto.

2.6.2 Attuabilità nel territorio comunale

	Il **Protocollo Itaca** è un sistema di valutazione della **sostenibilità energetico-ambientale** degli edifici introdotto

	ed approvato nel 2004 dal Gruppo di Lavoro Interregionale in materia di Bioedilizia con lo scopo di formulare una serie di regole condivise a livello nazionale per la definizione di progetti con caratteristiche di bioedilizia. La maggior parte delle **Regioni e Province Autonome** italiane hanno **aderito** al Protocollo Itaca e varie regioni comprese le Marche lo hanno scelto come strumento di riferimento per **promuovere** la sostenibilità ed erogare **incentivi** economici a chi costruisce in bioedilizia. Il Protocollo ITACA è stato sviluppato nell'ambito del processo GBC (Green Building Challenge) ed è riconosciuto a livello internazionale dall'UNEP-SBI (United Nations Environment Programme-Sustainable Building&Construction Iniziative). La **Legge regionale 17 giugno 2008, n. 14** "*Norme per l'edilizia sostenibile*" prevede, partendo proprio dall'esperienza del Protocollo Itaca, la realizzazione delle Linee Guida per la certificazione energetico-ambientale degli edifici. In attesa del completamento del quadro normativo regionale il Comune di Pesaro ha già iniziato ad inserire nei suoi strumenti di pianificazione i principi della sostenibilità energetico-ambientale in edilizia attraverso il *Regolamento di attuazione relativo all'utilizzo delle tecniche di Bio-architettura.*
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	La **Legge regionale 17 giugno 2008, n. 14** "*Norme per l'edilizia sostenibile*" è il miglior strumento a disposizione delle Amministrazioni Comunali per lo sviluppo territoriale delle buone pratiche di bioedilizia. La Regione dovrà deliberare entro il 2009 una serie di atti attraverso i quali rendere pienamente operativa la Legge 17; saranno stabilite le linee guida per la valutazione della sostenibilità energetico-ambientale degli edifici, l'entità e le modalità di erogazione dei contributi, i criteri per l'adozione degli incentivi di competenza diretta dei Comuni, la predisposizione di un programma per la formazione professionale , la predisposizione di un capitolato tipo e il prezzario per la realizzazione degli interventi di edilizia sostenibile e stabilire il sistema e le procedure per la certificazione energetico-ambientale. La normativa prevede una serie di meccanismi capaci nel breve periodo di far crescere notevolmente il mercato locale della edilizia sostenibile, il compito dell'Amministrazione Comunale è duplice. Da un lato dovrà ricorrere alle buone pratiche di edilizia sostenibile per ogni nuova realizzazione o ristrutturazione/riqualificazione di edifici del patrimonio immobiliare comunale, dall'altro dovrà recepire pienamente nei regolamenti comunali r negli strumenti di pianificazione del territorio la normativa regionale e agevolare gli stakeholder territoriali (anche attraverso lo Sportello Energia Comunale) all' accesso alle informazioni sugli incentivi previsti. Sempre a breve termine dovranno essere interpellati in collaborazione con lo Sportello Energia del Comune proget-

	tisti, impiantisti, costruttori edili, al fine di coinvolgere le migliori competenze tecniche e progettuali nel processo di diffusione della bioedilizia sul territorio comunale. Analogamente andrebbe incentivata l'imprenditoria edile locale al fine di realizzare una filiera locale o comunque corta dei prodotti per la bioedilizia. E' strettamente necessario promuovere una revisione delle modalità costruttive in edilizia, con l'adozione di tecniche di risparmio energetico, di sfruttamento dell'energia solare e di edilizia bioclimatica. Nel medio periodo l'utilizzo di tali tecniche dovrà diventare lo stato dell'arte per tutti gli edifici nuovi e da ristrutturare.

2.6.3 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Il settore dell'edilizia, sia essa pubblica, residenziale o terziaria, ha un potenziale di risparmio energetico molto elevato; il contesto edilizio è caratterizzato in gran parte da manufatti che sono stati realizzati senza tenere in gran considerazione le prestazioni energetiche. Un corretto concetto di risparmio energetico negli edifici, comprende sia sistemi passivi che attivi. Prima di tutto il fabbisogno termico dell'edificio deve essere ridotto tramite opportune azioni sull'involucro edilizio. In una seconda fase si devono applicare le migliori tecnologie possibili per coprire la nuova domanda di energia. Le azioni rivolte al miglioramento dell'aspetto energetico dell'edificio sono quindi prevalentemente legate alla riduzione delle dispersioni termiche tramite isolamento termico e tramite aperture finestrate più resistenti al passaggio del calore. Anche le realizzazioni attuali, nonostante che i criteri costruttivi consentano di raggiungere alti livelli di efficienza energetica, sono quasi sempre lontane da livelli accettabili, che potrebbero essere raggiunti con un extra costo modesto. I principali obiettivi in campo energetico dell'Amministrazione Comunale dovranno essere: 1. la riduzione dei consumi termici ed elettrici negli edifici pubblici attraverso la riqualificazione impiantistica e la manutenzione dell'involucro edilizio; 2. la diffusione della certificazione energetica su tutto il territorio comunale per consentire una facile percezione dei consumi energetici del sistema edificio-impianti; 3. lo sviluppo di un regolamento edilizio tipo da adottare al fine del contenimento energetico, del miglioramento dell'efficienza, dello sfruttamento delle fonti rinnovabili. Un ulteriore obiettivo può essere quello di sviluppare un'iniziativa pubblica di informazione sull'uso corretto dell'energia a livello domestico con lo scopo da un lato di promuovere una maggiore consapevolezza nei cittadini riguardo ai temi dell'ambiente e dall'altro di sensibilizzarli

sui temi del risparmio energetico.
Il Comune potrà sviluppare questa iniziativa in collaborazione con le associazioni dei consumatori presenti sul territorio provinciale, da sempre molto attente a queste problematiche.
L'iniziativa può prevedere la realizzazione e la diffusione di opuscoli informativi sull'uso, la manutenzione ed il risparmio energetico relativamente agli impianti domestici di riscaldamento ed alle apparecchiature elettriche, l'organizzazione di incontri pubblici rivolti alla cittadinanza.
La distribuzione degli opuscoli potrà seguire diversi canali, tra cui anche quello dello Sportello Energia.

Ambientali

I principi base della bioedilizia si applicano nelle varie fasi di costruzione e gestione degli immobili. La scelta dei materiali isolanti e da costruzione appare di fondamentale importanza, in quanto influisce sull'ambiente e sulla salute degli abitanti. Le esperienze positive dei paesi del nord Europa dimostrano chiaramente che una coibentazione ben progettata e realizzata correttamente è la via più pratica e al tempo stesso più economica per la salvaguardia del nostro ambiente dai gas di scarico dei sistemi di riscaldamento a combustione.

L'edilizia tradizionale è in parte responsabile dell'inquinamento atmosferico, del consumo di energia e della produzione dei rifiuti.

Gli edifici e l'ambiente costruito sono gli elementi che caratterizzano l'ambiente urbano; tali elementi conferiscono a ciascuna città una sua particolare fisionomia e una serie di punti di riferimento che creano un senso di identità e di riconoscibilità, rendendo la città un luogo attraente per vivere e per lavorare. Pertanto, la qualità dell'ambiente costruito ha una forte influenza sulla qualità dell'ambiente urbano, ma tale influenza non si limita a semplici considerazioni di carattere estetico.
In Italia il riscaldamento e l'illuminazione degli edifici assorbono la maggior parte del consumo di energia (circa il 40%, di cui il 70% per il riscaldamento) e producono il 35% delle emissioni complessive di gas serra. Gli edifici e l'ambiente costruito utilizzano la metà dei materiali estratti dalla crosta terrestre e producono ogni anno 450 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e da demolizione, ossia più di un quarto di tutti i rifiuti prodotti.

Una soluzione moderna ed efficace a questi problemi è proprio rappresentata dalla **Bioedilizia** , che segue le logiche di salvaguardia dei valori ambientali.

Sotto il nome Bioedilizia rientrano quelle conoscenze che permettono la realizzazione di un immobile in perfetta integrazione con l'ambiente e in armonia comunque con uno stile architettonico gradevole e vicino alle aspettative del committente.

I principali obiettivi dell'azione devono essere finalizzati a:

	➢ restituire qualità a periferie e aree di frangia, aumentare la dotazione, qualità e fruibilità delle aree pedonalizzate, delle aree verdi, degli spazi pubblici e di socializzazione; ➢ miglioramento della qualità e di servizi degli insediamenti residenziali; ➢ promuovere sistemi e consumi a più alta efficienza ambientale nel ciclo della produzione edilizia e della residenza; ➢ migliorare la qualità ambientale della produzione edilizia e sviluppare il risparmio e l'efficienza energetica nel settore residenziale. Il progetto di un edificio dovrà quindi considerare, oltre l'aspetto puramente architettonico dell'immobile, anche la sua perfetta integrazione con il contesto ambientale nel quale verrà inserito e l'effetto che questi causerà; e viceversa il condizionamento che l'ambiente avrà sull'edificio. Gli elevati benefici ambientali associati a questa tecnica di progettazione e realizzazione sono legati : √ ad una accurata analisi del sito all' uso materiali che per produzione e smaltimento siano il più naturale possibile; √ all' adozione di sistemi atti a disperdere il gas radon se presente; √ all'utilizzo di impianti che permettano la riduzione di prelevamento di acqua potabile e l'impiego dove possibile di acqua piovana; √ all' adozione di impianti che riducano al massimo la presenza di campi elettro magnetici; √ all' adozione di tipologie costruttive tali da permettere una corretta permeabilità, traspirazione e ventilazione dell'edificio, tali da eliminare la formazione di muffe e condense; √ all' adozione di impianti e tecnologie che riducano al massimo il fabbisogno energetico dell'edificio; √ al ricorso alle fonti rinnovabili ed all'efficienza impiantistica fin dalla fase progettuale; √ all' utilizzo nei prodotti di finitura coloranti e protettivi che non rilascino nell'ambiente interno/esterno sostanze inquinanti.
Occupazionali e socio economici	Le esperienze di promozione e diffusione delle fonti rinnovabili e delle nuove tecnologie legate al risparmio energetico mostrano che per una reale diffusione sul territorio e

per superare le resistenze e gli ostacoli del mercato, è essenziale il coinvolgimento degli operatori locali del settore. L'obiettivo dell'azione è anche quello di favorire lo sviluppo occupazionale nel settore della bioedilizia anche attraverso lo svolgimento di corsi di aggiornamento professionale ed attività seminariale, sui temi legati al risparmio energetico ed alle fonti rinnovabili, per i diversi operatori del settore (installatori termotecnici, progettisti).

Si propone di individuare con le associazioni di categoria, gli enti di formazione e gli ordini professionali i temi sui quali organizzare la formazione tenendo anche conto delle campagne di promozione e sensibilizzazione che verranno realizzate in ambito provinciale e regionale.
La stessa Legge regionale n° 17 del 2008 ritiene strategica la formazione delle figure professionali per il pieno sviluppo del mercato della bioedilizia . Numerosi lavori di bioedilizia svolti nella nostra Regione, sono stati progettati al di fuori dei suoi confini, analogamente i materiali per la bioedilizia utilizzati sul territorio marchigiano sono prevalentemente importati dal Nord Italia. L'Amministrazione Comunale, attraverso lo Sportello Energia può contribuire allo sviluppo del mercato locale della bioedilizia, fungendo da riferimento per coloro che vogliono commissionare una struttura, realizzando una mappatura territoriale delle competenze, agevolando il coordinamento tra impiantisti, progettisti, imprese specializzate e costruttori edili.

La presenza degli incentivi economici e dei finanziamenti pubblici sul fotovoltaico e solare termico ha contribuito ad una rapida espansione del mercato nazionale per queste fonti rinnovabili; analogamente l'obbligo di allegare la certificazione energetica per gli edifici ristrutturati, al fine di accedere alle detrazioni fiscali IRPEF previste dalla Finanziaria 2008, rende necessaria la formazione delle figure professionali idonee al rilascio della stessa.
I
l fine dell'Amministrazione Comunale deve essere quello di agevolare la realizzazione di una filiera locale (ad oggi molto debole) capace di :

- garantire l'utilizzo di materiali locali per la bioedilizia;
- agevolare la nascita sul territorio di imprese specializzate;
- promuovere la formazione di personale altamente qualificato: progettisti, installatori e manutentori .

Infine, considerando la vocazione industriale del territorio e della rapida evoluzione delle tecnologie, si può ipotizzare un corso sul risparmio energetico nei processi industriali.

Al fine di realizzare interventi pilota sul territorio comunale, l'Amministrazione Comunale in collaborazione con lo IACP potrà promuovere un protocollo di intesa per l'applicazione delle buone pratiche di bioedilizia nella realizzazione di "case popolari" .

2.6.4 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune (anche attraverso lo Sportello Energia) e Associazioni di Categoria
Attori coinvolti o coinvolgibili	Residenti, ordini professionali di ingegneri e architetti, artigiani, imprenditori e produttori di materiale edile, costruttori e associazioni dei consumatori insieme ad altri soggetti, sono strettamente coinvolti nell'azione di diffusione delle tecnologie di efficienza termica in edilizia .

2.6.5 Il ruolo dello Sportello Energia

Lo Sportello Energia deve rappresentare il punto di riferimento per tutti gli stakeholder territoriali in materia di bioedilizia.

Dovrà promuovere innovazioni tecnologiche, tipologiche e procedurali nella redazione di progetti e programmi di edilizia per migliorare gli standard qualitativi; potrà essere delegato a controllare l'economia delle scelte tecnologiche e tecniche, fornendo un supporto tecnico agli utenti.
Potrà verificare, per conto dell'amministrazione Comunale la congruità del progetto architettonico iniziale, monitorare e facilitare l'utilizzo da parte dell'utenza attraverso strumenti ausiliari costituiti da un libretto d'uso e un dossier di manutenzione per i tecnici specializzati.

Dovrà pianificare la mappatura delle risorse umane e imprenditoriali del settore, presenti sul territorio, al fine di agevolare l'incontro tra la domanda e l'offerta; dovrà essere il punto di riferimento per le buone pratiche di bioedilizia realizzate, per una corretta informazione sulle pratiche burocratiche per accedere a incentivi; in merito alle tecnologie per lo sviluppo dell'edilizia sostenibile dovrà favorire le iterazioni auspicabili tra i soggetti interessati, come:

- √ definizione e stipula di un protocollo d'intesa con i potenziali utenti interessati al fine di realizzare una filiera territoriale della bioedilizia;
- √ organizzazione di eventi fieristici/espositivi sulla bioedilizia nel territorio comunale;
- √ raccolta delle informazioni e creazione di una banca dati informatizzata degli operatori territoriali;
- √ definizione di una campagna di divulgazione delle informazioni, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione dell'azione ;
- √ promozione di iniziative rivolte alla formazione con il coinvolgimento delle organizzazioni di categoria per la diffusione della certificazione energetica degli edifici e delle buone pratiche di bioedilizia.

2.6.6 Esempi di buone pratiche

Bioedilizia nel settore produttivo:

Il Metadisteretto della Bioedilizia Veneto

La Regione Veneto disciplina con la legge regionale n° 8 del 4 aprile 2003 i distretti produttivi e gli interventi di politica industriale; a fronte di questa legge e su proposta della CNA provinciale di Treviso la Regione istituì il primo distretto industriale della Bioedilizia Veneto.

Nel 2006, a fronte del successo di questa iniziativa provinciale è stata promossa la costituzione di un *Metadistretto* Regionale che è stato deliberato dalla Giunta Regionale l' 8 Agosto del 2006, facendo nascere una consociazione di oltre 380 aziende con diverse migliaia di addetti di settore.

Bioedilizia nel settore scolastico:

La programmazione degli interventi di edilizia scolastica del Comune di Roma

L'Amministrazione Comunale di Roma persegue ormai da anni corrette politiche di sostenibilità urbana; ha interiorizzato all'interno del suo nuovo piano Regolatore incentivi per l'edilizia sostenibile, ha condotto e sperimentato iniziative pilota di sostenibilità urbana ed edilizia, ho formato su questi temi molti suoi tecnici ed ha fatto una decisa scelta di promozione e di sostegno all'edilizia scolastica sostenibile.

In tutti i bandi di progetto sulle nuove scuole o di ristrutturazione di scuole comunali preesistenti ha inserito l'obbligo di ricorrere ai principi dell'edilizia sostenibile e sono oramai numerosissimi i cantieri aperti sul fronte della realizzazione o ristrutturazione di scuole ed asili nido secondo principi di salubrità indoor e di sostenibilità ambientale.

Bioedilizia nel settore residenziale:

Borghi autentici d'Italia

E' una associazione di piccoli e medi comuni di Italia che hanno deciso di portare avanti, sulla scorta di una iniziativa comunitaria sul turismo diffuso "Villagge d'Europe", una esperienza nuova di turismo sostenibile d'eccellenza.

Il turismo atteso, prodotto e voluto è, gestito direttamente dalle Amministrazioni Pubbliche che, acquisendo direttamente alcuni immobili in disuso dei lori centri storici, li ristrutturano secondo principi dell'edilizia sostenibile e tendono ad utilizzare strumentalmente il turismo, al fine di riportare vita ed economia a centri storici spesso abbandonati. Le strutture ricettive, riadattate secondo quanto previsto dalle normative comunitarie sul turismo sostenibile godono di un capitolato d'opere studiato secondo i criteri dell'edilizia sostenibile. Ad oggi i comuni, consorziati tra loro, stanno dando vita ad una E.S.C.O. mista pubblico-privato finalizzata a rendere sempre più efficienti energeticamente sia le strutture ricettive che gli altri immobili pubblici.

L'Ecovillaggio di Preganziol (TV)

E' una delle prime iniziative italiane di un complesso residenziale progettato e realizzato coerentemente ai principi dell'edilizia sostenibile. In particolare l'ecovillaggio di Preganziol prevede la realizzazione di circa 70 alloggi, studiati in modo da ottimizzare gli apporti solari, ridurre le emissioni di CO2, ridurre i consumi idrici, consentire le migliori condizioni di salubrità e comfort degli ambienti interni.

2.6.7 Aspetti economici

Costi

L'argomento "costi di costruzione" nell'ambito della Bioedilizia come, è senza alcun dubbio uno degli aspetti più sentiti di tutta la materia. Secondo fonti specializzate (riviste, pubblicazioni e periodici tecnici), il maggior costo edificio in bioedilizia, è caratterizzato da un range percentuale che può variare fra il 7 e il 15 % per il costruttore, e dal 4 all'8 % per l'utente finale .

Uno studio, fra i più recenti, estremamente accurato, parla di un 14,21% come differenza di costo dell'edificio in Bioedilizia rispetto a quello di edilizia corrente, sovracosto che può ridursi, ulteriormente, a seguito di interventi migliorativi volti al risparmio energetico. Questo è quanto emerge da: "COSti.Edificio.BIOedile" realizzato, su iniziativa della Provincia di Modena, da BIOECOLAB in collaborazione con l'Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena e la cooperativa di abitazione ABITCOOP sempre della Provincia di Modena.

Si tratta di un lavoro di ricerca mirato a verificare i costi di costruzione di appalto, relativamente a tre tipologie di edifici residenziali realizzati nella provincia di Modena in aree PEEP.

La percentuale di maggior costo (14,21%), dedotta dalla comparazione dei costi unitari di costruzione d'appalto di un edificio in Bioedilizia e di un edificio in edilizia corrente, tende a ridursi nel caso in cui siano eseguiti (su entrambi gli edifici) interventi necessari per rispettare le disposizioni delle più recenti normative in materia di risparmio energetico (D.Lgs. 192/2005, Direttiva 2002/91/CE, etc.).

Tempi di ritorno dell'investimento

Relativamente ad un intervento ex-novo, dall'esperienza effettuata nel nord Italia (CasaClima) si evince la possibilità di ammortamento del sovracosto nell'arco di 5 anni, anche grazie a risparmi sulle spese di gestione (energetiche e di manutenzione) variabili tra il 30 ed il 70% in funzione della classe energetica raggiunta dall'edificio.

Incentivi per investimenti pubblici e privati

Il principale sistema di incentivi Nazionale per la diffusione della bioedilizia nella riqualificazione degli immobili può essere rappresentato dalle detrazioni dall'imposta sul reddito delle persone fisiche (IRPEF) previste dalla Legge Finanziaria 2009.

La Regione Marche attraverso la L.R. del 17 giugno 2008, n. 14 "*Norme per l'edilizia sostenibile*" ha previsto una serie di incentivi per la bioedilizia a partire dal 2010.

	Il Comune di Pesaro prevede una serie di incentivi per la bioedilizia attraverso il *Regolamento di attuazione relativo all'utilizzo delle tecniche di Bio-architettura.* L' Amministrazione Comunale, aderendo al Progetto SHE (Sustainable Housing in Europe), ha promosso la realizzazione di alloggi di edilizia popolare nella zona di Villa Fastigi.

2.6.8 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	Al convegno "Sostenibilità nelle costruzioni, verso un nuovo stato dell'arte del costruire" tenutosi al MADE EXPO di Milano nel febbraio 2009, si sono trattati temi differenti tra cui la necessità di definire una banca dati tecnica dei materiali edili a disposizione. L'Italia oggi denuncia un fortissimo ritardo, nei confronti di tutti gli altri Paesi europei, nella definizione di una banca dati nazionale di materiali per l'edilizia. Infatti, se il primo tentativo di costruzione di un database sia stato senza successo oggi, i dati recuperati da singoli studi prodotti da università o istituti di ricerca in periodi relativamente recenti, non rientrano in un panorama istituzionale. Questa mancanza si ripercuote prima di tutto sui progettisti che, se necessitano di dati tecnici precisi sui materiali da costruzione, devono affidarsi a valutazioni straniere. Una soluzione concreta per contrastare questa situazione è stata promosso dalla **Regione Marche** e da Itaca attraverso un progetto chiamato *"Strumenti della promozione della sostenibilità nel campo dell'edilizia. Banca dati dei materiali di riferimento per costruzioni a elevata prestazione ambientale"*. Nato nell'aprile 2008 e con la durata di un anno il gruppo di lavoro, istituito e coordinato dal ITC-CNR con la collaborazione di altre istituzioni anche internazionali, ha l'obiettivo di definire e strutturare una banca dati dei prodotti edili secondo la logica di analisi del ciclo di vita, nonché costituire un sistema con diversi criteri di valutazione della qualità ambientale dei materiali e dei prodotti che comprenda la definizione di soglie minime di prestazione per la classificazione dei diversi materiali. L'approccio metodologico che è stato seguito si differenzia principalmente tra i materiali tradizionali e quelli innovativi. Per quanto riguarda i materiali di costruzione tradizionali il gruppo ha scelto di analizzare le principali banche dati europee (Ecoinvent svizzera, IVAM olandese, INIES francese, VTT finlandese e BRE Environmental Profile inglese) per poi comparare i dati già sviluppati con le caratteristiche produttive nazionali. Successivamente è stato necessario identificare quali dati delle banche straniere potessero essere rappresentativi anche per i prodotti italiani e, infine, definire e contestualizzare i dati sul territorio italiano.
Procedure autorizzative	Attualmente sono le stesse necessarie per la realizzazione di un edificio realizzato senza ricorrere alle buone pratiche di bioedilizia, ad eccezione della DIA per gli impianti da

	di bioedilizia, ad eccezione della DIA per gli impianti da fonti rinnovabili, qualora non siano integrati con la struttura.
Manutenzione	Secondo fonti specializzate (riviste, pubblicazioni e periodici tecnici) gli interventi di architettura sostenibile sono, da un lato, caratterizzati da maggiori oneri di investimento iniziale, dall'altro, se si considera la vita media di un edificio, è anche vero che il costo complessivo (investimento + manutenzione) risulta uguale o inferiore rispetto all'edilizia corrente.

2.6.9 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	Sicuramente il miglior indicatore è la **certificazione energetica dell'edificio** e la conseguente *classe energetica di appartenenza*. La stessa certificazione potrà rappresentare un valore aggiunto nella compravendita immobiliare, infatti l'innalzamento della qualità abitativa, non sempre obiettivo dei costruttori, e la disponibilità di abitazioni capaci di garantire risparmi in fase d'uso potrebbe rieducare gli abitanti a formulare una domanda più esigente nei confronti della propria abitazione: l'obiettivo della certificazione energetica degli edifici è del resto proprio quello di rendere noto ai futuri abitanti quale sarà il vantaggio in fase d'uso, a fronte di un leggero innalzamento dei costi di costruzione e di acquisto.

2.6.10 Quadro normativo di riferimento

CE	*Direttiva comunitaria 2002/91/CE:* Il principale obiettivo della direttiva è di promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici all'interno della UE, garantendo per quanto possibile che siano intraprese solo le misure più efficaci sotto il profilo dei costi. In Italia la direttiva é stata recepita con l'emanazione del Decreto Legislativo 19/8/2005, n° 192: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia". *Direttiva comunitaria 2005/32/CE:* progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia. La direttiva riguarda l'istituzione di un quadro di riferimento per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia.
Nazionale	*D.P.R. 26 agosto 1993, n° 412 :* regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'Art. 4, comma 4, della legge 9/1/1991, n° 10. *D.P.R. 21 dicembre 1999, n° 551:* Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26.8.1993 n° 412, in materia di progettazione esercizio e manutenzione degli impianti termici

	degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia. *Decreto 17 marzo 2003:* aggiornamenti agli allegati F e G del decreto del presidente della repubblica 26 agosto 1993, n° 412, recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia. *Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n° 192:* Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia. Il D.Lgs. 192/2005, emanato in recepimento della Direttiva Europea 2002/91, fissa i requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici, intervenendo sul sistema edilizio nella sua complessità (coibentazione, riscaldamento, condizionamento, illuminazione, impiego delle fonti rinnovabili di energia). *Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115:* Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
Regionale	➢ Legge regionale 17 giugno 2008, n. 14. "Norme per l'edilizia sostenibile".
Comunale	➢ Regolamento di attuazione relativo all'utilizzo delle tecniche di Bio-architettura

2.7 GEOTERMIA

2.7.1 La tecnologia

	Il *calore della terra* è chiamato **geotermia**. Questo calore proviene essenzialmente dalla radioattività naturale delle rocce della crosta terrestre e, in piccola parte, dagli scambi termici con le zone più profonde della terra. Nella maggior parte delle regioni, le rocce hanno una temperatura di circa 25-30°C a 500 m di profondità, e di 35-45°C a 1000 m. In altre zone, dove le condizioni geologiche sono diverse (crosta terrestre più sottile, vulcanismo), le temperature possono raggiungere i 100°C, se non 200°C o più! *Il calore contenuto nelle rocce è troppo diffuso per essere estratto direttamente in modo economico; è necessario avere a disposizione un fluido, generalmente acqua, per trasportare il calore in superficie*. Questo fluido può essere presente naturalmente nel sottosuolo, se le rocce sono permeabili: si tratta di falde d'acqua sotterranee, numerose a piccole profondità, ma che posso-

no anche trovarsi a profondità di 500-2000 m. In assenza di falde freatiche, esistono altre tecniche per trasportare in un fluido il calore contenuto nelle rocce.

Si distinguono diversi generi di geotermia in funzione della temperatura della sorgente e del tipo di utilizzo dell'energia.

Se la temperatura della sorgente geotermica è inferiore a 100°C, si sfrutta il suo potere calorifico tramite uno scambiatore che trasmette il calore del fluido geotermico ad un fluido di riscaldamento. Possono essere prese in considerazione tutte le applicazioni legate al riscaldamento ed alla climatizzazione: abitazioni collettive o individuali, locali industriali e serre agricole, termalismo, balneoterapia, sfruttamento industriale e piscicoltura.
Per le risorse geotermiche di bassa temperatura, una pompa di calore è accoppiata all'installazione geotermica.

La *pompa di calore* assorbe calore attraverso il fluido in un evaporatore, ne alza la temperatura attraverso il compressore, cede calore all'ambiente circostante attraverso il condensatore; durante questo processo viene consumata energia elettrica. Il bilancio energetico è a favore del sistema, poiché è in grado di fornire più energia, sotto forma di calore, di quella elettrica utilizzata per il suo funzionamento. L'efficienza è espressa dal coefficiente di prestazione "**C.O.P.**", che è dato dal rapporto tra l'energia prodotta e l'energia consumata, e generalmente, il C.O.P. caratterizzante una pompa di calore efficiente, si aggira attorno a valori prossimi a 4 per il riscaldamento (3.5 per il raffrescamento); questo significa che *una pompa di calore che produce circa 4 kWh termici impiega circa un solo kWh elettrico.*

Se la temperatura della risorsa geotermica raggiunge o supera i 150°C, è conveniente convertire l'energia in elettricità. Un fluido geotermico ad alta temperatura e forte pressione che risale in un pozzo, si trova sottoforma di miscela d'acqua e vapore. L'energia del vapore sottopressione così formato permette la sua conversione in elettricità, per mezzo di una **turbina accoppiata ad un generatore**. Quest'elettricità è poi fornita alla rete di distribuzione esistente. Dopo la conversione dell'energia geotermica, il fluido è a circa 100°C all'uscita della turbina, *temperatura che permette ancora lo sfruttamento calorifico diretto per, ad esempio, applicazioni di riscaldamento*.

Geotermia a BASSA ENTALPIA - "naturale" **-** (utilizzo diretto del calore, anche con limitate temperature delle fonti geotermiche) : l'Italia presenta diversi giacimenti di tale tipo, alcuni già utilizzati da tempi immemorabili (antichi Romani, terme, ecc), altri conosciuti ma non sfruttati, molti altri ad oggi ignoti e potenziali; la loro ricerca, individuazione, sviluppo e sfruttamento non necessita l'impiego di

tecnologie particolarmente innovative.
L'utilizzo in Italia delle risorse geotermiche in Bassa Entalpia rimane, però, marginale rispetto ad altri paesi, anche europei; la geotermia a Bassa Entalpia mal si presta a generare energia"nobile" (elettrica) ma può consentire consistenti riduzioni nei combustibili fossili utilizzati per il riscaldamento degli edifici o nell'energia elettrica utilizzata per riscaldare l'acqua per usi civili, agricoli, industriali. Sono da segnalare, nella geotermicamente "fredda" Europa, un crescente numero di Impianti in Bassa Entalpia con "cogenerazione", (elettricità + calore), in grado di migliorare le efficienze complessive degli impianti ed i ritorni economici sugli investimenti.

Le diverse tipologie di geotermia ed il loro potenziale:

Geotermia di prima Generazione - IDROTERMALE - "naturale – modello Larderello" finalizzata alla produzione energia elettrica e termica: è il cavallo di battaglia geotermico dell'ENEL, le cui stime valutano che il contributo-GEO, a livello nazionale, possa passare dall'attuale 2%, fino ad un 3%; la Geotermia di prima Generazione è di piena applicazione industriale ed utilizza tecnologie sofisticate ma disponibili; le potenze per singolo impianto rimangono però limitate, e sono presenti alcune sfavorevoli implicazioni ambientali che inducono disagi e diffidenza nelle popolazioni locali; quanto sopra rende difficile reperire nuovi siti e conduce ad aumento nei costi; è infine da rilevare che i giacimenti idrotermali nel mondo sono molto rari e concentrati solo in alcuni paesi.

Geotermia di seconda Generazione - HDR (hot dry rocks) - "artificiale – modello Soulz" : dai primi esperimenti USA degli anni '70, tale Generazione di Geotermia rimane ancora oggi allo stadio sperimentale; gli impianti pilota fino da oggi realizzati (USA, Gran Bretagna, Giappone, Soulz-Europa, Australia, Svizzera) se hanno permesso di affinare modelli e tecnologie, al contempo hanno evidenziato l'esistenza di molteplici limiti tecnici, industriali ed ambientali che portano ad allontanare nel tempo l'inizio dello sfruttamento industriale ed a costi crescenti; gran parte di tali limiti sono derivati direttamente dalla impostazione concettuale realizzativa HDR (creazione reservoir per fratturazione, circolazione diretta dei fluidi, ecc); in Italia non sono mai state avviate sperimentazioni HDR.

Geotermia di terza Generazione - EGS -"artificiale": (ciclo generativo e di scambio termico CL, di nuova concezione, identificato dalla EGS Association); la Geotermia EGS con il ciclo CL offre una ampia gamma teorica di fonti geotermiche utilizzabili (reservoir, fluidi ipercritici, alta profondità, off-shore e magmatica) ed appare molto promettente sia come potenzialità che come possibili ricadute energetiche (energia, calore, acqua, idrogeno, ecc); il processo di sfruttamento e scambio termico si basa su modelli innovativi

che permettono potenze delle Centrali teoricamente elevate coniugate con l'assoluto rispetto dell'ambiente; disponendo delle tecnologie adatte sia le risorse geotermiche utilizzabili che la potenza

Le principali applicazioni geotermiche:

Sonde geotermiche: a partire da 15 m sotto la superficie terrestre, la T della roccia non è influenzata dalle stagioni e dal clima, ma esclusivamente dalle condizioni geologiche e geotermiche; risulta pertanto economicamente interessante lo sfruttamento termico del sottosuolo per *il riscaldamento invernale degli edifici e per il loro raffrescamento estivo*. Le sonde geotermiche sono scambiatori di calore installati verticalmente nelle perforazioni da 50 a 350 m, in prossimità degli edifici da climatizzare. All'interno della perforazione vengono inseriti tubature ad U in polietilene, sigillate con una camicia di cemento e bentonite. Un fluido è pompato in un circuito chiuso e permette d'estrarre l'energia del sottosuolo tramite una pompa di calore , un impianto di questo tipo a fronte di 1 unità di energia elettrica utilizzata per il suo funzionamento, restituisce circa 3.5 unità di energia termica da fonte rinnovabile. Queste sonde geotermiche sono installate "chiavi in mano", tanto per ville familiari quanto per immobili o piccoli quartieri residenziali.

Collettori orizzontali: sistema simile al precedente, dove i fasci di tubi (serpentine) sono disposti orizzontalmente nel terreno ad una profondità di 1-3 m. Per diverse ragioni, questa tecnica è nettamente meno utilizzata delle sonde geotermiche verticali.

Falde freatiche: l'acqua di una falda sotterranea poco profonda (8-12°C a 5-20 m), non risulta avere variazioni stagionali, ma per essere utilizzata richiede una concessione. Il suo sfruttamento è effettuato solitamente con pozzi multipli (di produzione e di iniezione). Dopo aver estratto l'acqua sotterranea mediante pompaggio, una pompa di calore trattiene la sua energia e fornisce una temperatura sufficiente per il riscaldamento di abitazioni. Raffreddata, l'acqua sotterranea é rispedita nella falda attraverso un secondo pozzo.

Campi di sonde geotermiche verticali: utilizzati tanto per la produzione di calore (in inverno) quanto di freddo (in estate). Un campo di sonde geotermiche verticali è costituito da una serie di elementi (da 5 a 50) installati ad una profondità di 30-300 m e disposti ad intervalli regolari. Le condotte di ogni sonda raggiungono un collettore che alimenta una o più pompe di calore. Un impianto di questo tipo a fronte di 1 unità di energia elettrica impiegata per suo il funzionamento, restituisce 4 unità di energia termica da fonte rinnovabile. Questa tecnica è conveniente per grandi edifici pubblici o industriali.

	Pali energetici e geostrutture: le geostrutture sono principalmente dei pali, delle pareti o platee che fungono da fondamenta per l'edificio quando la consistenza del suolo é troppo debole, o per assicurare la stabilità del massiccio sul quale è costruito. Le geostrutture, generalmente in calcestruzzo o in calcestruzzo armato, possono essere equipaggiate con scambiatori di calore per catturare il calore o il freddo del terreno. All'interno di questi pali é installato una rete di tubi in polietilene, con doppi, quadrupli o multipli U a dipendenza del diametro dei pali. Questi tubi sono poi annegati nel calcestruzzo per assicurare un buon contatto termico. Un fluido portatore di calore circola nella rete a circuito chiuso, tra i pali e la pompa di calore, così da poter scambiare il calore o il freddo del terreno. I pali energetici funzionano secondo un ciclo annuale, con un'estrazione di calore del terreno durante la stagione di riscaldamento ed un'estrazione di freddo durante il periodo di climatizzazione. Questa tecnologia non richiede costi aggiuntivi eccessivi, ma necessita la sua integrazione dall'inizio del progetto. *Risorse idrotermali:* in assenza di vulcani attivi o di fonti di calore sotterranee, l'origine delle acque termali è dovuta prevalentemente all'infiltrazione delle acque meteoriche in profondità ed alla loro risalita fino al punto di emersione; le fonti naturali d'acqua calda sono sfruttate da molto tempo per la balneoterapia. Attualmente, la maggior parte dei centri termali moderni possiede una perforazione profonda che alimenta bagni e piscine e permette ugualmente il riscaldamento di edifici. *Acquiferi profondi:* le falde d'acqua sotterranee profonde vengono sfruttate con perforazioni da 400 a 2000 m di profondità, per riscaldamento di quartiere tramite una rete di distribuzione di calore.
Stato dell'arte	L'Italia è la culla della geotermia industriale, nel 1913 la produzione di elettricità partì in Toscana, oggi sono all'incirca 60 le centrali geotermiche che producono quasi *800 MW elettrici*. Le vecchie centrali vengono progressivamente rimpiazzate da nuove, caratterizzate da una maggiore efficienza tecnologica ed un impatto sull'ambiente minore. Malgrado l'esistenza di numerose fonti calde ed un termalismo tradizionale importante, la geotermia di bassa temperatura non é molto sviluppata, non per mancanza di risorse, ma per l'assenza d'incentivi economici che consentano di abbattere gli elevati investimenti iniziali. Qualche sistema di riscaldamento esiste per villaggi vicini alle centrali geotermiche, per gruppi di serre agricole e di installazioni per la pescicoltura. Nonostante tutti i progetti pilota documentino le potenzialità di questa fonte rinnovabile, il potenziale geotermico italiano risulta fino agli anni '80 abbondantemente sottoutilizzato. Negli anni '80, con le prime crisi energetiche, si concretizzò

una sinergia tra ENEL ed ENI al fine di cooperare sul geotermico; attraverso tale cooperazione si effettuarono un migliaio di prospezioni nelle aree italiane geotermicamente più favorevoli, traendo la **mappatura** delle potenzialità geotermiche complessive sul territorio nazionale.

Le tecnologie geotermiche erano (e sono) mutuate da quelle petrolifere, le società petrolifere attuano prospezioni e sono quindi consapevoli di cosa nasconda il sottosuolo; tali conoscenze sono ovviamente tenute gelosamente riservate.

Fra le energie rinnovabili quella geotermica è molto promettente: a Larderello (Toscana) l'ENEL trae dalla geotermia il 20% del totale energetico regionale (2% a livello nazionale), a costi competitivi.

2.7.2 Attuabilità nel territorio comunale

Non tutti i tipi di sottosuolo sono adatti, occorre un tipo di sottosuolo con una **conducibilità termica sufficientemente elevata**, cioè una *buona capacità di trasportare calore*.
Il territorio *comunale non rientra nelle aree ad elevato potenziale geotermico* evidenziato nella mappatura geotermica dell'Italia; non risulta pertanto realizzabile sul territorio una centrale geotermoelettrica in cui sfruttare la pressione esercitata dal vapore contenuto negli acquiferi geotermici per produrre energia elettrica e termica, di conseguenza si descrivono esclusivamente le applicazioni per il settore residenziale e dei servizi.

Nel settore delle costruzioni, siano esse ad *uso residenziale o di pubblica utilità come le scuole e gli asili*, può risultare conveniente ricorrere alla geotermia; in condizioni geologiche favorevoli, è interessante prevedere sin dalla fase progettuale l'installazione di una pompa di calore geotermica. Per far questo infatti occorre poter effettuare lo scavo che alloggia la sonda geotermica; questa operazione può esser fatta in uno spazio di pertinenza ad un edificio esistente, realizzandolo ad esempio nel giardino: i costi sono elevati proprio per l'incidenza dei costi di scavo.
Per questa ragione diventa economicamente vantaggioso prevederne l'installazione della pompa di calore geotermica sin dalla fase di progettazione dell'edificio.

La conoscenza del tipo di sottosuolo gioca un ruolo determinante per il dimensionamento corretto dell'impianto poiché non tutti i tipi di rocce e di terreni hanno la stessa conducibilità termica; per determinare il **rendimento termico del terreno** a disposizione è quindi necessario svolgere opportune indagini geologiche. La presenza d'acqua aumenta il rendimento di un impianto migliorando lo scambio termico tra impianto e sottosuolo.
Esistono *zone di protezione delle acque sotterranee e superficiali* in cui la realizzazione di impianti geotermici è re-

	golamentata e deve essere autorizzata dalle autorità competenti; è opportuno che Il Comune di Pesaro, attraverso lo Sportello Energia metta a disposizione le informazioni relative alla presenza di vincoli legati alla presenza di falde acquifere sul territorio comunale. La tecnologia esaminata risulta interessante quando si conoscono preventivamente le condizioni geologiche del terreno e quando è possibile intervenire fin dalla fase progettuale, al fine di abbattere notevolmente gli elevati costi della tecnologia grazie ad una scelta impiantistica appropriata. Vedremo successivamente come l'energia rinnovabile geotermica, abbinata alla tecnologia della pompa di calore e ad una distribuzione a pannelli radianti, può risultare una soluzione particolarmente indicata per l'edilizia scolastica, in special modo per gli edifici destinati agli asili nido ed alla scuola materna . In questo caso ai benefici energetici si sommano quelli di un miglior comfort degli ambienti, sia a livello di salubrità, sia a livello di vivibilità degli spazi.
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Le ***pompe di calore geotermiche*** operano con temperature massime comprese tra i 40 e i 50 °C per questo motivo sono strategicamente accoppiate a sistemi di riscaldamento a bassa temperatura quali pannelli radianti o ventilconvettori, sistemi che per loro natura richiedono di essere installati in edifici dotati di buon isolamento termico. Le applicazioni che si suggeriscono sono relativa principalmente ad interventi ex-novo, sia nell'edilizia residenziale privata che nell'edilizia pubblica, ed in particolare per i *nuovi plessi scolastici*, dove la fonte rinnovabile geotermica si sposa perfettamente con i **sistemi radianti a pavimento**. L'impianto a pannelli radianti è difatti 3 o 4 volte più autoregolante rispetto ad un normale impianto a radiatori. Un brusco cambiamento di temperatura è difatti immediatamente compensato. Ad esempio in un ambiente nel quale la temperatura del locale è di 20° C e quella del pavimento è di 24° C, l'irraggiamento solare dovuto a superfici vetrate può aumentare rapidamente la temperatura dell'aria. Il pavimento cede calore fino a quando la sua temperatura è uguale alla temperatura dell'aria. Al contrario se la temperatura scende improvvisamente, l'energia termica immagazzinata nel massetto (volano termico) cede immediatamente calore verso l'ambiente, mantenendo così costante la temperatura del locale. Il riscaldamento a pannelli radianti offre la migliore distribuzione verticale della temperatura ambiente. Questo vantaggio viene amplificato con locali di altezza elevata. In un impianto a pannelli radianti avremo una temperatura media a pavimento, in condizioni normali, di 24 -26 °C. La temperatura dell'aria decresce progressivamente con l'aumentare dell'altezza. I sistemi di riscaldamento che si basano principalmente sulla trasmissione del calore per convezione (radiatori, convettori, aerotermi, camini), ottengono il risultato opposto. Con un impianto a

pannelli radianti avremo caldo uniforme su tutto il pavimento, potremmo camminare scalzi o far giocare liberamente i bambini.

Al fine di diffondere le buone pratiche sul territorio comunale sensibilizzando gli utenti ed i professionisti, un obiettivo perseguibile dell'Amministrazione Comunale nel medio periodo, in accordo con la Provincia e le Istituzioni Scolastiche, può essere quello di prevedere all'interno di un accordo quadro per la sostenibilità dell' edilizia scolastica, un progetto pilota attraverso il quale realizzare una struttura per la scuola dell'infanzia attingendo alla fonte rinnovabile geotermica.

Nel lungo periodo, anche grazie alla presenza sul territorio comunale del progetto pilota e delle competenze tecniche opportunamente formate, sarà possibile prevedere un ricorso più agevole, sia alla fonte rinnovabile che alle tecnologie ad essa collegate, nell'edilizia residenziale.
La geotermia "tradizionale" rimarrà diversamente considerata come fenomeno locale e di "nicchia".

2.7.3 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici

La **pompa di calore** è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta. Tale processo è inverso rispetto a quello che avviene spontaneamente in natura ed è dovuto al fatto che viene fornita energia elettrica alla macchina che "pompa calore". Il principio di funzionamento è un ciclo termodinamico chiamato ciclo frigorifero, o ciclo motore inverso , ed è analogo a quello che sta alla base di un comune frigorifero.
Nel caso in cui si abbia sia l'interesse a riscaldare (ad esempio durante l'inverno) che a raffrescare (ad esempio, durante l'estate), la pompa si dice "reversibile".

L'*efficienza* di una pompa di calore è rappresentata dal coefficiente di prestazione COP, inteso come rapporto tra l'energia termica resa al corpo da riscaldare e l'energia elettrica consumata. Il COP riportato nei dati dei costruttori viene definito in base alla norma EN255, secondo cui l'energia elettrica assorbita da considerare nel calcolo del COP include il consumo del ventilatore o dei ventilatori e/o l'energia elettrica necessaria al pompaggio dei fluidi attraverso gli scambiatori di calore, il tutto a condizioni medie di funzionamento. Il valore da considerare sufficiente di COP (secondo EN255) per pompe di calore a sonda geotermica (con sonda a 0°C e fornitura d'acqua a 35°C) è pari a 4.0 per il riscaldamento e 3.5 per il raffrescamento.

L'energia geotermica abbinata ad un sistema a pompa di calore con distribuzione a pannelli radianti offre vantaggi ancora più spiccati:infatti un impianto a pavimento sfrutta energia termica a bassissima temperatura.

	La temperatura di alimentazione media è di circa 33-35 °C contro i 60-70 °C degli impianti tradizionali. Limita inoltre al minimo le perdite di calore verso il pavimento avendo come principio costruttivo uno strato isolante posato sulla soletta fredda. Il *risparmio energetico* garantito dal sistema pompa di calore (suolo-acqua)/pannelli radianti è mediamente del 60% rispetto al fabbisogno energetico per riscaldamento della stessa struttura con un sistema di riscaldamento tradizionale. Il risparmio energetico legato al fabbisogno estivo in termini di raffrescamento è mediamente del 60% rispetto ai sistemi di condizionamento tradizionali aria/aria. Può risultare conveniente prevedere una forma ausiliaria di alimentazione*: la tecnologia della caldaia a condensazione risulta sfruttata appieno nel riscaldamento a pannelli radianti, poiché lavorando con temperature dell'acqua molto basse, si ottengono maggiori quantità di condensa; analogamente il sistema pompa di calore/pannelli radianti può essere integrato con un impianto solare termico.*
Ambientali	Il calore della terra è sempre disponibile e non dipende né dal clima, né dalla stagione; inoltre è disponibile ovunque e non è necessario immagazzinare l'energia geotermica: la terra stessa fa da serbatoio. Un'installazione per lo sfruttamento del calore terrestre occupa una superficie limitata, perché l'essenziale si trova nel sottosuolo, invisibile. Lo sfruttamento del calore geotermico attraverso le pompe di calore genera una riduzione considerevole nel consumo di combustibili, quindi una riduzione delle emissioni in atmosfera di sostanze a effetto serra inquinanti, favorendo il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto. Lo sfruttamento dell'energia geotermica rispetta l'ambiente perché usa bene l'energia elettrica che consuma e non inquina l'atmosfera e il sottosuolo. *La fonte rinnovabile geotermica abbinata alla pompa di calore con sistema di distribuzione a pannelli radianti è un sistema vantaggioso e caratterizzato da interessanti risvolti ambientali perché:* ➢ migliora il benessere termico riducendo i consumi, in quanto riscalda e raffresca senza movimentare l'aria; ➢ annulla i costi periodici di tinteggiatura per i baffi prodotti dai radiatori; ➢ aumenta la superficie utilizzabile dell'appartamento con un corrispondente maggior valore dell'immobile; ➢ non solleva polveri perché non circola aria (opera per effetto radiante) e riscalda con minor consumo di energia ; ➢ raffresca con poca potenza elettrica impegnata ;

	➢ lascia libertà di arredamento ; ➢ nel terziario evita malesseri da impianti climatici (ad aria) e riduce i costi di gestione ; ➢ è polivalente (estate-inverno). Un intervento in questa direzione sin dalla **fase progettuale** consente di conseguenza consistenti risparmi di investimento, specialmente per l'impiantistica e la tecnologia, un notevole risparmio di spazio e condizioni superiori di comfort .
Occupazionali e socio economici	Il mercato è sicuramente di nicchia, pertanto sia la sua crescita, che le prospettive di uno sviluppo occupazionale legato alla geotermia, saranno concrete esclusivamente a seguito dei primi progetti pilota realizzati sul territorio comunale.

2.7.4 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune (Sportello Energia)
Attori coinvolti o coinvolgibili	Imprenditori Edili, Istituzioni Scolastiche, Provincia, impiantisti, progettisti, E.S.Co. territoriali

2.7.5 Il ruolo dello Sportello Energia

	Promuovere l'accordo quadro tra l'Amministrazione Comunale e gli stakeholder territoriali per la realizzazione di un progetto pilota finalizzato alla realizzazione di un edificio scolastico energeticamente indipendente in cui si faccia prioritariamente ricorso alla fonte rinnovabile solare (termica e fotovoltaica) e geotermica (PdC terra-acqua abbinato a sistema radiante a pavimento).

2.7.6 Esempi di buone pratiche

	Liceo "Fanti" di Carpi (Modena) : impianto costituito da 10 sonde verticali geotermiche e sistema di distribuzione a pannelli radianti a pavimento, le funzioni svolte dall'impianto sono di condizionamento estivo e riscaldamento invernale. _Liceo Carlo Siconio (Modena):_ in fase progettuale è stata effettuata la scelta del ricorso alla fonte rinnovabile geotermica per contribuire alla copertura del fabbisogno di climatizzazione estivo ed invernale. L'edificio sarà realizzato in classe energetica B. I lavori partiranno a fine 2009. _I.I.S. Don Milani Montichiari (Brescia):_ nuovo plesso didattico realizzato ad elevata classe di efficienza (34kWh/m^2 annuo), impianto geotermico con sistema radiante a pavimento, rendimento COP 4.5 e risparmio energetico stimato di 35 MWh/annui (riduzione del 55% dei consumi).

2.7.7 Aspetti economici

Costi	In genere, allo stato attuale dei costi, non è conveniente sostituire la caldaia tradizionale installata (ed il condizionatore) con una pompa di calore geotermica. Il sistema risulta conveniente in termini economici solo se previsto in fase di progettazione di una nuova costruzione o in presenza di condizioni vantaggiose quali ad esempio la presenza di determinati tipi di terreno (con la presenza di un acquifero ed il permesso di utilizzo il COP aumenta) e tariffe particolari per l'energia elettrica. L'investimento per un *edificio scolastico* è mediamente compreso tra i 60 ed i 95 € per mq da riscaldare. Relativamente al *settore residenziale* i costi sono molto variabili in funzione del fabbisogno di energia termica della costruzione da servire e del tipo di sottosuolo a disposizione; come indicazione generale si può ritenere che il costo di un impianto completo per un'abitazione di 100 metri quadrati posta a Pesaro vada dai 10.000 ai 25.000 €. Tale costo comprende le indagini geologiche, una o più perforazioni ad una profondità di 100 metri, le sonde geotermiche, la pompa di calore (costa come una buona caldaia) e il sistema di accumulo. A questi occorre sommare il costo di un impianto di riscaldamento a bassa temperatura quali pannelli radianti o ventilconvettori, sempre necessari con un sistema a pompe di calore geotermiche. A titolo puramente esemplificativo si riportano di seguito le caratteristiche tecniche ed i costi per un intervento "chiavi in mano" relativo ad un *edificio residenziale quadriifamiliare*, ovviamente si fa riferimento ad un intervento in fase progettuale . Caratteristiche tecniche: ➢ Superficie di riferimento energetico 300-400 m^2 ➢ Potenza massima di riscaldamento 14-16 kW ➢ Potenza della sonda geotermica verticale 10-11 kW ➢ Potenza elettrica pompa di calore 4-5 kW ➢ Profondità di perforazione 130-150 m Costi di investimento: ➢ Perforazione e installazione sonda 20.000-24.000 € ➢ Pompa di calore 18.000-20.000 € ➢ Installazione, materiale, sistema di regolazione riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria 12.000-14.000 €
Tempi di ritorno dell'investimento	I **risparmi economici** che si possono ottenere in esercizio ammontano ad risparmio del 50% per il riscaldamento geotermico rispetto al metano e del 75% rispetto al gasolio e ad un risparmio del 60% per il condizionamento geotermico rispetto al tradizionale. Gli interventi suggeriti riguardano prevalentemente situa-

	zioni ex-novo, in questo caso abbinando la pompa di calore ad un sistema a pannelli radianti (a parete), sin dalla fase progettuale l'extracosto è trascurabile e si ripaga nei primi 3-4 anni di esercizio.
Incentivi per investimenti pubblici e privati	Con il *Decreto n° 111/APP_08 del 7/11/2008* la Regione Marche ha stanziato 1 milione di € (POR FESR Marche 2007/2013) per la promozione della fonte rinnovabile geotermica. I contributi sono rivolti agli Enti locali ed agli Enti pubblici della Regione Marche per la realizzazione di impianti geotermici a bassa entalpia . Fino al 31 dicembre del 2010 è possibile usufruire della *detrazione fiscale del 55%* dei costi sostenuti per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia. (Legge Finanziaria 2008)

2.7.8 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	La difficoltà principale dell'azione, che prevede la promozione di un progetto pilota resta nei maggiori costi di investimento iniziali che caratterizzano l'intervento.
Procedure autorizzative	Non essendoci un chiaro quadro normativo, per attingere alla fonte geotermica non servono particolari autorizzazioni se non quelle previste dal Comune (DIA) e nel caso si interessi nella perforazione un acquifero o lo si sfrutti a fini impiantistici si fa riferimento alle restrizioni vigenti.
Manutenzione	A fronte dei costi sostenuti abbiamo un'elevata durata dell'impianto ed una bassissima manutenzione, infatti l'impianto funziona in modo autonomo senza richiedere interventi operativi se non la verifica periodica del buon funzionamento di tutti i componenti. La durata media delle pompe di calore può essere paragonata a quella delle caldaie tradizionali (15 anni) con durata della garanzia che dipende dal costruttore. Non esistono dati certi sulla vita media delle sonde geotermiche che qualche costruttore stima da 80 a 100 anni, mentre le garanzie offerte vanno dai 20 ai 50 anni a seconda del costruttore.

2.7.9 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	Il fabbisogno energetico della struttura espresso in kWh/mq annui o la classe energetica di certificazione dell'edificio sono degli indicatori indiretti, ma che vengono preferiti proprio perché la geotermia viene abbinata al solare termico e fotovoltaico.

2.7.10 Quadro normativo di riferimento

CE	Non è ad oggi ancora definito un quadro normativo comunitario sulla geotermia, la normativa Svizzera e Tedesca vengono prese a riferimento.
Nazionale	Non è ad oggi ancora definito un quadro normativo chiaro sulla geotermia.

2.8 BIOMASSE

2.8.1 La tecnologia

Il settore delle biomasse per usi energetici è probabilmente la più concreta ed immediata fonte di energia rinnovabile disponibile, il suo sfruttamento in sistemi a filiera corta è ad oggi marginale, la mancanza di una programmazione dello sfruttamento della biomassa legnosa naturale o da coltura presente sul territorio spinge verso l'alimentazione degli impianti con biomassa da importazione. Il biossido di carbonio emesso dagli impianti termici alimentati a biomasse è lo stesso che viene assorbito dai vegetali per produrre una quantità uguale di biomassa. Immediata deduzione rispetto all'affermazione testé fatta è che l'importazione delle biomasse non influisce esclusivamente sul costo economico derivato dal trasporto, ma incide negativamente sul bilancio della CO_2 dell'intera filiera.

Favorire lo sviluppo di un mercato locale delle biomasse e informare correttamente la popolazione sui vantaggi e sulla sicurezza, sia della filiera che degli impianti di trasformazione, può contribuire ad abbattere il muro di diffidenza che si è alzato nei confronti di questa fonte rinnovabile e delle sue applicazioni.
La ventennale esperienza della filiera corta e degli impianti a biomasse del Trentino Alto Adige, l'interessante numero di occupati nell'intera filiera, così come i gratificanti riscontri economici derivanti dalla gestione del servizio di teleriscaldamento in numerosi Comuni trentini, sono la dimostrazione che a seguito di una corretta pianificazione si possono ottenere risultati eccellenti pienamente condivisi dalla popolazione.

Tra le diverse fonti rinnovabili, le biomasse rappresentano una delle opzioni meno conosciute in termini di potenziale energetico e di sviluppo tecnologico per il territorio comunale. Una analisi approfondita delle disponibilità locali di biomasse e una politica di indirizzo e pianificazione dell'Amministrazione Comunale potrebbero contribuire fattivamente al rilancio delle attività agricole, forestali e zootecniche, che rappresentano un piccolo tassello dell'economia locale, ma un elemento prioritario per conseguire l'obiettivo della conservazione del territorio.
Ciò si traduce nella necessità di *sviluppare programmi integrati di gestione del territorio nei quali si individuano interventi che, combinando aspetti energetici, ecologici, ambientali e socio-economici*, siano in grado di garantire il contemporaneo raggiungimento di obiettivi multipli, quali:

- √ riduzione dei consumi di fonti fossili e delle emissioni di anidride carbonica attraverso la diffusione dell'uso energetico di biomasse agro-forestali di ori-

	gine locale; √ disponibilità di combustibile locale per l'implementazione della rete territoriale di teleriscaldamento; √ diversificazione dell'approvvigionamento energetico; √ difesa e miglioramento della qualità ecologica e paesaggistica dei soprassuoli agricoli e forestali; √ stimolo all'economia e all'occupazione locale attraverso, in particolare, la diversificazione delle attività delle aziende agricole e forestali e la creazione di forme di reddito integrativo per le stesse. Dal punto di vista tecnologico ed industriale, le alternative per la valorizzazione energetica delle biomasse già oggetto di realizzazioni industriali e con prodotti finali disponibili sul mercato sono sostanzialmente quattro: 1. la *combustione diretta*, con conseguente produzione di calore da utilizzare per il riscaldamento domestico, civile e industriale o per la generazione di vapore (forza motrice o produzione di energia elettrica); 2. la *gassificazione delle biomasse* con la produzione di un syngas dall'utilizzo flessibile (produzione energia, carburanti, chemicals); 3. la *trasformazione in combustibili liquidi* di particolari categorie di biomasse coltivate come le specie oleaginose (produzione di biodiesel, via estrazione degli oli e successiva conversione chimica degli stessi in miscele di esteri metilici e/oetilici) e specie zuccherine (produzione di etanolo via fermentazione alcoolica).Tali combustibili possono essere poi utilizzati, puri o in miscela con gasolio o benzina, come carburanti per autotrazione (biocarburanti) o, nel caso degli oli vegetali, direttamente in motori endotermici abbinati ad un generatore per la produzione di elettricità; 4. la *produzione di biogas mediante fermentazione anaerobica* di reflui zootecnici, civili o agroindustriali e/o biomasse vegetali di varia natura ad elevato tenore di umidità, e la successiva utilizzazione del biogas prodotto per la generazione di calore e/o elettricità. Le biomasse utilizzate a fini energetici sono di conseguenza suddivisibili in 3 categorie.
Biomasse solide	La biomassa solida è una sostanza vegetale, di origine residuale o dedicata, da cui è possibile ottenere energia attraverso processi di tipo termochimico o biochimico; l'impiego delle biomasse solide a fini energetici risulta vantaggioso quando la filiera di approvvigionamento della materia prima è locale e le biomasse sono disponibili con suf-

ficiente continuità nell'arco dell'anno. Una eccessiva dispersione sul territorio ed una troppo concentrata stagionalità dei raccolti rendono più difficili ed onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio.

Il pellet si distingue per la bassa umidità (inferiore al 12 %), per la sua elevata densità nonché per la regolarità del materiale. Il presupposto per l'utilizzo di questo prodotto è l'impiego di legname vergine, non trattato cioè con corrosivi, colle o vernici /solitamente vengono prodotti con segatura e scarti di segheria non trattati) . I pellets sono prodotti con la polvere ottenuta dalla sfibratura dei residui legnosi, pressata da apposite macchine in cilindretti che possono avere diverse lunghezze e spessori (1,5-2 cm di lunghezza,6-8 mm di diametro). La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg) e di affinità ad un combustibile fluido. E' molto indicato quindi, per la sua praticità, per piccoli e medi impianti residenziali.

Negli ultimi 5 anni la produzione italiana del pellets è quadruplicata, arrivando a soddisfare il 70% del mercato interno l'Associazione Italiana Energie Agroforestali ha promosso il marchio di certificazione *Pellet Gold* con cui si certifica la qualità del pellet nazionale, l'attestazione può essere attribuita al pellet ottenuto da legno non contaminato così come stabilito del vigente D.Lgs. n. 152/2006.
Nella Regione Marche la produzione per il 2008 è prossima alle 40.000 tonnellate. Tra i biocombustibili solidi il pellet è il più costoso, i prezzi variano tra i 140 e i 170 €/t.

Si utilizzano in stufe a pellets, simili a normali stufe o camini da incastro: si tratta di stufe ecologiche ad alto rendimento, poco inquinanti, affidabili grazie all'utilizzo dell'elettronica che consente il grande vantaggio, rispetto alle tradizionali stufe a legna, di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi un preciso controllo della temperatura tramite normali termostati o cronotermostati.
Necessitano di poca manutenzione e sono molto pratiche, difatti la maggioranza di queste stufe sono automatiche: accensione, regolazione alimentazione, quantità di aria o acqua calda sono programmabili, gestite da un microprocessore e possono avere in dotazione un telecomando. Sono disponibili con capacità di riscaldamento da 70 a 200 m^2 con una autonomia che va da 15 a 45 ore secondo i modelli. Esistono modelli sia ad aria calda che ad acqua collegabili in serie o in parallelo all'impianto di riscaldamento a termosifoni.

I bricchetti sono dei tronchetti pressati, in genere di 30 cm di lunghezza e 7-8 cm di diametro, sono prodotti con residui e polveri più grossolane di quelle che sono utilizzate per pellets, il loro utilizzo è assimilabile a quello del legno in ciocchi. La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto pote-

re calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg), li rende indicati per impianti medi e grandi, ma si presta anche all'uso in piccoli impianti anche residenziali.

I processi per la produzione di pellets e bricchetti non richiedono l'uso di alcun tipo di collante, poiché la compattazione avviene fisicamente e con l'alta temperatura generata nel processo.

Il cippato è costituito da pezzettini di legno ricavati dagli scarti di segherie che lavorano piante prive di sostanze inquinanti quali vernici, ecc; può essere di tre tipologie:

- verde, quando sono presenti anche le foglie (è il caso della sminuzzatura della pianta intera, o delle ramaglie, sfalci di potatura);
- marrone, se sono cippati rami e tronchetti con corteccia;
- bianco, se il materiale da cippare è stato preventivamente scortecciato.

E' un ottimo combustibile che usato in apposite caldaie o stufe a seconda del grado di umidità 8mediamente vien commercializzato con un tasso del 35%) è caratterizzato da un medio potere calorifico (p.c.i. 2.500-3.000 kcal/kg), ed è venduto ad un prezzo prossimo ai 50€/t
Il cippato conviene anche se viene utilizzato prevalentemente per alimentare grosse utenze come impianti di *cogenerazione e teleriscaldamento* che utilizzano principalmente cippato fresco. Negli ultimi anni la sua diffusione e la sua richiesta sempre maggiore, hanno portato sul mercato del riscaldamento anche modelli di ***caldaie a cippato*** per un uso domestico, un aumento della sua produzione con la nascita di piantagioni a corta rotazione di pioppo e altre specie di piante a veloce accrescimento. In Italia la produzione del cippato è concentrata prevalentemente nel nord e nel centro del paese ad opera di Comunità Montane, Cooperative e Aziende Agricole che hanno trovato in questo nuovo settore un ulteriore sbocco economico e di sviluppo.

I combustibili sin ora descritti sono competitivi nei confronti del metano, non solo per le necessità di calore ma in alcuni casi, con i sistemi adeguati, anche per la produzione di energia elettrica. Uno dei maggiori inconvenienti della combustione di tali prodotti è l'alto tenore di emissioni, soprattutto di CO, soprattutto nei piccoli impianti residenziali dove può anche dar luogo ad intossicazioni dato che tale gas è altamente tossico. Vi sono tuttavia impianti, anche residenziali, che adottano la tecnologia della postcombustione in grado di eliminare questo problema e di ridurre altresì tutte le emissioni.

Le principali tecniche di sfruttamento energetico delle biomasse solide sono la *combustione*, la *gassificazione* e la *pirolisi.*

Combustione: è utilizzabile quando la percentuale di umidità presente nella biomassa è sufficientemente bassa. Il suo utilizzo costituisce il più antico e diffuso metodo per lo sfruttamento energetico delle biomasse, in particolare quelle di tipo lignocellulosico. Il potere calorifico dipende dal tipo di biomassa e dal contenuto di umidità e varia da 1.6-2.8 kWh/Kg nel caso di biomassa fresca di taglio con contenuto di umidità pari al 80%, fino a 5.6 kWh/Kg nel caso di biomassa totalmente secca, con umidità prossima allo 0%. Il sistema più usato nel caso di impianti di piccola taglia è il sistema con caldaia a griglia a fiamma inversa, nelle quali la legna brucia dall'alto verso il basso, in modo da evitare "il soffocamento" della combustione garantendo quindi una combustione migliore.
Questi tipi di caldaia possono inoltre essere alimentati con cippato o pellets di legna in modo da avere un caricamento automatico.

Gassificazione : consiste nella trasformazione della biomassa, a basso contenuto di umidità, in combustibile gassoso a basso-medio potere calorifico (CO, H_2) attraverso la combustione in difetto di ossigeno. Le tecniche di gassificazione sono molteplici anche se la loro diffusione è limitata. Nel caso d'impianti inferiori a 5 MW si possono usare gassificatori a pressione atmosferica a letto fisso. Il gas ottenuto presenta però notevoli quantitativi di sostanze volatili ed altri composti che richiedono processi di purificazione.

Pirolisi : di solito vantaggiosa nel caso di impianti medio-grandi, è un processo di decomposizione fisico/chimica del materiale in assenza o in presenza limitata di aria, tale da non produrre una gassificazione. Attraverso tale processo il materiale viene trasformato in una parte gassosa (CH_4, CO, CO_2, H_2), in una liquida (acqua, composti organici come aldeidi, acidi, catrame di legna), ed in una solida (carbone vegetale). Si possono individuare varie tipologie di pirolisi per incrementare la resa di ognuna delle tre frazioni : Pirolisi lenta (il metodo più antico e conosciuto che avviene a temperature basse, 300-500°, e tempi lunghi e serve per massimizzare la frazione solida), Pirolisi convenzionale (avviene a temperature moderate, 600 °C, con velocità medie di reazione per ottenere le tre frazioni in uguale proporzione), Flash pirolisi (avviene a grande velocità di reazione, con tempi inferiori ad un secondo e con temperature superiori a 700°C in modo da favorire la produzione della parte gassosa, fino all'80% in peso), Fast pirolisi (avviene a grande velocità di reazione, con tempi inferiori ad un secondo e con temperature tra i 500°C e i 750°C in modo da favorire la produzione della parte liquida, fino all'80% in peso).

Indirizzare la produzione agricola verso fini energetici, privilegiando i terreni a minore qualità ambientale, è una scelta che la Regione Marche ha suggerito attraverso il PEAR e che ha concretizzato attraverso il Piano di Sviluppo

Rurale 2007-2013. *L'obiettivo prefissato è quello di ricercare un nuovo sbocco produttivo che vada ad affiancare quello alimentare* (entrato in crisi per gli effetti legati alla globalizzazione dei mercati ed alla conseguente rivisitazione della politica agricola comunitaria).

Il Comune di Pesaro potrà operare al fine di creare le condizioni favorevoli per la produzione di energia e per prodotti energetici rendendo appetibile la realizzazione di filiere corte caratterizzate da uno stretto aggancio territoriale tra produzione ed utilizzazione della biomassa solida.

Gli obiettivi prefissati sono finalizzati alla diffusione della fonte rinnovabile rappresentata dalle biomasse solide e dalla promozione delle migliori tecnologie legate al loro impiego ed utilizzo. L' Amministrazione Comunale potrà:

- √ promuovere un piano di monitoraggio e utilizzo della biomassa a scopi energetici, recuperabile dal settore produttivo (in assenza di sostanze inquinanti) che genera una vasta gamma di residui molti dei quali di origine vegetale (industrie agroalimentari, centri di vinificazione, industrie del legno, oleifici);
- √ effettuare il *censimento* del terreno destinato e non utilizzato a fini agricoli sul territorio comunale al fine di promuoverne l'utilizzo ai fini della filiera corta locale della biomassa solida ;
- √ favorire la produzione di combustibili ottenibili dal bosco che ben si prestano per l'alimentazione di impianti di combustione di piccola e media taglia che risultano interessanti sia per le singole abitazioni, sia i piccoli centri abitati;
- √ promuovere le coltivazioni legnose a ciclo breve (pioppo-paulownia) Short Rotation Forestry (SRF), per a produzione di cippato ligneo di interesse dell'industria energetica anche realizzare accordi di filiera nel settore delle foreste demaniali;
- √ incentivare la realizzazione di impianti a biomassa per il riscaldamento degli edifici pubblici, operando in un'ottica di filiera e quindi favorendo l'integrazione tra la fase di produzione e approvvigionamento e quella di trasformazione così da assicurare una ricaduta positiva degli interventi sul mondo agricolo;
- √ promuovere la realizzazione di impianti anche di piccole dimensioni per la produzione contemporanea di energia elettrica e di calore (da sfruttare col teleriscaldamento) da biomassa privilegiando le zone individuate come potenzialmente idonee dalla condizione urbana;
- √ agevolare accordi tra i gestori delle centrali e i produttori locali di biomassa, finalizzati ad evitare le difficoltà nel reperire la materia prima e dover così ricorrere a importazioni;
- √ agevolare gli interventi di installazione / sostituzio-

	ne / integrazione di caldaie a combustibile non rinnovabile con caldaie a biomasse solide.
Biomasse liquide	Anche se non può essere considerata una soluzione a lungo termine, nel medio periodo, *l'uso di Biodiesel (da colza, girasole, ect) e del bioetanolo (da colture amilacee come frumento e mais) in luogo della benzina convenzionale comporta un netto vantaggio per quanto riguarda le emissioni nocive*, in conseguenza dell'eliminazione degli ossidi di zolfo, dei composti aromatici e in particolare del benzene; le biomassa liquide sono combustibili finalizzati ad ottenere energia elettrica, termica e meccanica. L'uso dei co-prodotti non energetici come le borlande a fini zootecnici rende particolarmente conveniente tutta la filiera. Gli obiettivi prefissati sono finalizzati alla diffusione della fonte rinnovabile rappresentata dalle biomasse liquide e dalla promozione delle migliori tecnologie legate al loro impiego ed utilizzo. L' Amministrazione Comunale potrà: √ promuovere un'analisi atta a valutare la quantità di terreno agricolo coltivabile a scopi energetici o il potenziale di terreno comunale o agricolo incolto destinabile alla coltivazione di colture dedicate al biodisel (ad esempio girasole alto oleico); √ operare al fine di facilitare e assistere lo sviluppo tecnologico di settore; √ incentivare la realizzazione di mini-impianti di raffinazione che sfruttino la spremitura meccanica a freddo dei semi di oleaginose (preferita all'estrazione chimica dell'olio); √ incentivare la realizzazione di impianti di raffinazione/esterificazione di semi oleaginosi per la produzione contemporanea di biodiesel, mangimi e glicerina; √ promuovere la diffusione dell'utilizzo del biodiesel nel proprio parco macchine; √ promuovere la diffusione dell'utilizzo del biodiesel nel settore della pesca (il biodiesel è maggiormente biodegradabile nelle acque superficiali); √ promuovere la diffusione dell'utilizzo del biodiesel nel trasporto pubblico locale. L'uso di Biodisel (da colza, girasole, ect) e dell'etanolo in luogo della benzina convenzionale comporta un netto vantaggio per quanto riguarda le emissioni nocive, in conseguenza dell'eliminazione degli ossidi di zolfo, dei composti aromatici e in particolare del benzene; si riducono così le emissioni di monossido di carbonio e di idrocarburi incombusti e aumentano invece le emissioni di formaldeide e quelle di acetaldeide. Il bilancio energetico della filiera mostra che il biodiesel fornisce più energia di quella necessaria per la sua produzione.
Biomasse gassose	Il Biogas è il prodotto della digestione anaerobica di diverse tipologie di rifiuti della filiera alimentare, in parte umida e

	in parte liquida. La materia prima che può essere avviata al processo di digestione anaerobica e che potrebbe essere reperibile nei territori oggetto dello studio è caratterizzata da un elevato tasso di umidità ed è rappresentata da prodotti agroalimentari quali: *liquami e letame, siero di latte, rifiuti ortofrutticoli e della filiera zootecnica, componente organica dei rifiuti solidi urbani proveniente da raccolta differenziata*. Il biogas così prodotto viene trattato e accumulato per ricavarne energia elettrica e/o termica. Gli obiettivi prefissati sono finalizzati alla diffusione della fonte rinnovabile rappresentata dalle biomasse gassose e dalla promozione delle migliori tecnologie legate al loro impiego ed utilizzo. L' Amministrazione Comunale potrà: √ incentivare la realizzazione di impianti comprensoriali in aree ad elevata densità di allevamenti animali per la produzione di biogas da biodigestione dei rifiuti organici e biomasse, agevolando forme associative per la gestione degli impianti stessi; √ incentivare l'avvio a digestione anaerobica delle colture energetiche, in particolare mais e sorgo zuccherino, che possono garantire rese in biogas elevate; √ incentivare anche la co-digestione in impianti di piccola taglia delle colture energetiche con effluenti zootecnici e scarti agro-alimentare o derivanti da coltivazioni dedicate; √ potenziare e razionalizzare i digestori anaerobici dei fanghi derivanti dalla depurazione di acque reflue civili (presenti in tutti i grandi impianti di depurazione urbani), favorendo la codigestione anche di liquami zootecnici e scarti organici agroindustriali.
Stato dell'arte	Ad oggi, le biomasse soddisfano il 15% circa degli usi energetici primari nel mondo, con 55 milioni di TJ/anno (1.230 Mtep/anno). L'utilizzo di tale fonte mostra, però, un forte grado di disomogeneità fra i vari Paesi. I Paesi in Via di Sviluppo, nel complesso, ricavano mediamente il 38% della propria energia dalle biomasse, con 48 milioni di TJ/anno (1.074 Mtep/anno), ma in molti di essi tale risorsa soddisfa fino al 90% del fabbisogno energetico totale, mediante la combustione di legno, paglia e rifiuti animali. Nei Paesi Industrializzati, invece, le biomasse contribuiscono appena per il 3% agli usi energetici primari con 7 milioni di TJ/anno (156 Mtep/anno). In particolare, gli USA ricavano il 3,2% della propria energia dalle biomasse, equivalente a 3,2 milioni di TJ/anno (70 Mtep/anno); l'Europa, complessivamente, il 3,5%, corrispondenti a circa 40 Mtep/anno, con punte del 18% in Finlandia, 17% in Svezia, 13% in Austria, l'Italia, con il 2,5% del proprio fabbisogno coperto dalle biomasse, è al di sotto della media europea. L'impiego delle biomasse in Europa soddisfa, dunque, una

quota abbastanza marginale dei consumi di energia primaria, rispetto alla sua potenzialità. All'avanguardia, nello sfruttamento delle biomasse come fonte energetica, sono i Paesi del centro-nord Europa, che hanno installato grossi impianti di cogenerazione e teleriscaldamento alimentati a biomasse. La Francia, che ha la più vasta superficie agricola in Europa, punta molto anche sulla produzione di biodiesel ed etanolo, per il cui impiego come combustibile ha adottato una politica di completa defiscalizzazione. La Gran Bretagna invece, ha sviluppato una produzione trascurabile di biocombustibili, ritenuti allo stato attuale antieconomici, e si è dedicata in particolare allo sviluppo di un vasto ed efficiente sistema di recupero del biogas dalle discariche, sia per usi termici che elettrici. La Svezia e l'Austria, che contano su una lunga tradizione di utilizzo della legna da ardere, hanno continuato ad incrementare tale impiego sia per riscaldamento che per teleriscaldamento, dando grande impulso alle piantagioni di bosco ceduo (salice, pioppo) che hanno rese 3÷4 volte superiori alla media come fornitura di materia prima. Nel quadro europeo dell'utilizzo energetico delle biomasse, l'Italia si pone in una condizione di scarso sviluppo, nonostante l'elevato potenziale di cui dispone, che risulta non inferiore ai 27 Mtep.

Il Parlamento Europeo ha votato il 7 luglio 2008 per una significativa riduzione dell'obiettivo originario di 10% di biocarburanti entro il 2020, portandolo al 4% entro il 2015. Tra gli obiettivi operativi collegati al 4% sono previsti aumenti di impiego di automobili elettriche o all'idrogeno.

Sviluppo ed espansione dei biocarburanti di origine cerearicola e lignocellosica hanno avuto ed hanno effetti drammatici sui costi degli alimenti primari e sul mantenimento della biodiversità degli ecosistemi (in particolare, foreste e torbiere). Un recente studio della Banca Mondiale ha evidenziato che i prezzi dei prodotti alimentari sono aumentati del 140% tra il 2002 e il 2008, e tre quarti di questa crescita (pari al 105 per cento) sono dovuti alla produzione di biocarburanti da cereali. Secondo uno studio di due ricercatori tedeschi, la domanda globale di energia prevista dall' Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) per l'anno 2030 potrebbe essere soddisfatta con l'utilizzo di **piantagioni forestali coltivate sulle superfici degradate dalle attività umane** in tempi storici, quindi in aree non in competizione con quelle destinabili a seminativi per la produzione alimentare.

2.8.2 Attuabilità nel territorio comunale

	Il Comune di Pesaro ha realizzato una serie di accordi quadro per la diffusione della cogenerazione e del teleriscaldamento sul territorio comunale; alcuni impianti di quartiere sono già stati realizzati e gli accordi presi prevedono una futura rete comunale del teleriscaldamento. Può di conseguenza risultare interessante, anche in virtù di alcune realtà produttive nel settore del legno presenti sul territorio comunale, provvedere alla promozione di una filiera corta dedicata alla biomassa solida legnosa da avviare sul territorio comunale, anche previa valutazione delle superfici coltivabili (anche su terreni degradati) a disposizione e della disponibilità di scarti dell'industria del legno (segatura, trucioli) da utilizzate per produrre combustibili ecologici quali pellet, bricchetti o cippato. La disponibilità locale di una filiera corta può spingere il consumatore verso soluzioni alternative sia per il riscaldamento domestico attraverso piccoli e medi impianti residenziali a pellets (si utilizzano in stufe a pellets, simili a normali stufe o camini da incastro), sia ricorrendo al cippato per il riscaldamento di edifici di medie o grandi dimensioni, stabili industriali o interi quartieri attraverso reti di teleriscaldamento. Appare evidente come non si possa prescindere oltre che da una attenta valutazione delle peculiarità e criticità del territorio e dal coinvolgimento delle realtà locali, anche dall'utilizzo integrato degli strumenti di pianificazione e programmazione agricola e forestale (piano di sviluppo rurale, legge forestale regionale). *E' necessario di conseguenza interagire positivamente con le necessarie politiche di gestione e salvaguardia del territorio individuando gli elementi di sinergia (anche economica) con la necessità di avere a disposizione una fonte rinnovabile per la produzione energetica a scala locale.*
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	La valorizzazione a fini energetici del materiale residuale potrebbe permettere, inizialmente di superare il principale ostacolo che vede nella realizzazione di alcuni interventi, soprattutto in ambito forestale, un'operazione realizzabile in tempi mediamente lunghi; diversamente si possono realizzare SRF (un raccolto ogni 3 anni) di paulownia. Il rimboschimento tradizionale può essere avviato immediatamente, ma che necessita di almeno 15 anni per entrare nella fase produttiva; la coltivazione delle paulownie come legname da lavoro è molto antica e caratteristica della Cina; si può di conseguenza pensare ad utilizzarle in un sistema di Cedui a Turno Breve (SRF) finalizzato alla produzione di biomassa legnosa utilizzata come combustibile per centrali termiche; la biomassa legnosa derivata è caratterizzata da un potere calorifico di 4.400 kcal/kg di sostanza secca . Le Paulownie hanno la singolare proprietà di avere un legno che essicca molto velocemente in condizioni naturali (dopo la raccolta arriva ad un 10 – 12% di umidità in 40 giorni). Questo significa che non occorrono costosi sistemi di essic-

cazione e conseguentemente, la biomassa è molto più economica rispetto ad altre biomasse legnose. Coltivare la Paulownia in piantagioni su vasta scala per la produzione di biomassa a scopo energetico è possibile grazie alla loro adattabilità al suolo ed al clima dell' Italia centro-insulare (resistente alla siccità, agli sbalzi di T, adatta per terreni contaminati, utilizzata per prevenire l'erosione del suolo).

Un aspetto specifico su cui l'Amministrazione Comunale potrà incidere è legato alla taglia degli impianti termici da incentivare, che deve essere tale da evitare una polverizzazione di piccole centrali, ma neppure concentrare troppo la movimentazione di biomassa in un unico centro di utilizzo, per non creare difficoltà di reperimento della risorsa e problemi logistici di trasporto. Si suggerisce perciò di sperimentare la filiera al servizio di un impianto di taglia media connesso alla rete di teleriscaldamento del territorio comunale.

Benefici derivanti da questa politica energetica sarebbero:

- una prima riduzione della CO_2 nell'atmosfera grazie ad una maggior quantità di aree boschive e un successivo mantenimento costante dei livelli di CO_2 in quanto l'utilizzo della biomassa per fini energetici permette un ciclo della CO_2 a bilancio zero;
- il consolidamento del terreno e quindi minor rischio di smottamenti derivanti dall'erosione del suolo.
- creare posti di lavoro .

Occorrerà pertanto definire un efficace piano d'azione che sia in grado di attivare e incentivare sia la domanda che l'offerta locale di biomassa una volta che la filiera locale abbia raggiunto la sua maturità.

Gli investimenti prioritari che assicurano di perseguire con successo le diverse strategie per lo sviluppo del settore sono individuati in:

1. acquisti di macchine e attrezzature per le operazioni di taglio, esbosco, prima trasformazione (coppatura o trasformazione in pellets) e caricamento dei prodotti del bosco per la produzione della biomassa;
2. acquisti di macchine e attrezzature per le operazioni di raccolta movimentazione e carico delle colture erbacee o arboree realizzate nelle aziende agricole;
3. acquisti di macchine e attrezzature per la raccolta dei sottoprodotti aziendali o prodotti disponibili in natura (canne, cardi, ecc.), da destinare alla produzione di biomassa;
4. realizzazione di impianti industriali di utilizzo delle biomasse collegati alla capacità di produzione e/o reperimento della biomassa nell'ambito territoriale di competenza degli stessi;
5. realizzazione di impianti che utilizzano in maniera integrata scarti della lavorazione provenienti da diverse attività agricole e agroindustriali;

	6. realizzazione di impianti nelle singole aziende agricole per la produzione di energia necessaria al proprio fabbisogno e/o per la vendita a terzi; 7. interventi informazione/formazione agli operatori agricoli sui diversi sistemi di produzione e trasformazione della biomassa in agricoltura. A maggior garanzia degli stakeholder territoriali, che potrebbero risultare scoraggiati dai lunghi tempi di ritorno dei loro investimenti e dall'attuale mancanza di domanda, si potrebbe prevedere la realizzazione di impianti a biomassa legnosa per complessi di edifici pubblici, (scuole, uffici, centri sportivi, ospedali) o anche utenze relative ad attività commerciali o industriali dei centri vicini all'area di produzione di biomassa. L' impegno dell'Amministrazione Comunale al ricorso alle biomasse legnose, per soddisfare il fabbisogno di energia termica delle proprie strutture, potrà essere previsto nell'accordo quadro finalizzato alla realizzazione della filiera corta.

2.8.3 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Gli impianti a biomasse legnose sono costituiti da generatori di calore ad alto rendimento, di norma superiore all'85%, con taglie di potenza molto variabili, si spazia da centrali per la produzione di elettricità e calore da erogare attraverso una rete di teleriscaldamento, a piccole caldaie per la produzione di calore in ambiente domestico**.** Nelle *applicazioni rivolte a medie utenze come quartieri e nuove aree residenziali*, una prospettiva di buona applicabilità per gli impianti a biomasse è data dalla cogenerazione di elettricità e calore utilizzabile con impianti di teleriscaldamento. Tale tipologia di impianti presentano infatti maggiori rendimenti, un livello di gestione migliore legato anche alla contabilizzazione del calore (TCC), una manodopera semplificata e ricavi diversificati derivanti dalla vendita sia dell'elettricità che del calore generati. A livello domestico consideriamo le caldaie ad uso condominiale (potenza impianti da 10-35 kW), che grazie alla messa a punto degli impianti a focolare chiuso, per esempio, permettono di sostenere una combustione secondaria dei gas rilasciati nella combustione primaria della biomassa, consentendo *l'aumento dei redimenti* (aumento del calore utilizzabile), l'abbattimento delle emissioni nocive e la riduzione delle ceneri. A livello di impianti per con potenze più elevate (35-100 kW) sempre per uso domestico o aziendale, la tecnologia di combustione a fiamma inversa: il controllo remoto da parte degli installatori e l'automatizzazione dei carichi di biomassa legnosa, della pulizia degli scambiatori di calore e della rimozione delle ceneri offrono un servizio che è pari a quello degli impianti a metano o gasolio, ma con il valore aggiunto di non contribuire alle emissioni in atmosfera di car-

	bonio fossile e di utilizzare fonti energetiche locali. La diffusione di impianti con potenze che vanno dai 100 ai 500 kW, si è, invece, affermata per la fornitura di calore a grandi edifici, a minireti di teleriscaldamento o per usi industriali. Anche in questo intervallo di potenza, la tecnologia sviluppata ha portato ad alti rendimenti e ad une buona facilità di utilizzo. Anche per gli Impianti di grande taglia (oltre i 500 KW), destinati a fornire calore a un insieme di diverse utenze disperse sul territorio (anche raggi di 3 km), la tecnologia e la ricerca hanno permesso di rendere economico il riscaldamento centralizzato per interi quartieri e frazioni, garantendo costi di fornitura competitivi rispetto al gas e al gasolio e capaci di sostenere una filiera di utilizzazione e approvvigionamento su scala locale.
Ambientali	Dal punto di vista ambientale le ricadute positive sono notevoli: la rinnovabilità della risorsa consente il suo utilizzo senza aumento della concentrazione di anidride carbonica, dato che la CO_2 emessa durante la combustione è pari a quella assorbita dalla biomassa durante il suo ciclo di vita. Il maggior vantaggio riguarda dunque la mancata produzione di anidride carbonica, anche se rispetto al metano si hanno emissioni di SO_x ed un incremento, pur minino, delle emissioni di NO_x, che possono però essere controllate con dispositivi di abbattimento. *Il risultato, in termini di CO_2 evitata, può essere valutato in 576 ton/anno nell'ipotesi di sola centrale termica da 1,2 MW mentre in caso di cogenerazione è valutato in circa 800 ton/anno .* I vantaggi ambientali legati allo **sviluppo di una filiera locale della biomassa legnosa** sono molteplici: ➢ l'assorbimento di anidride carbonica mediante la costituzione di formazioni arboree; ➢ il recupero produttivo di superfici a prato ed a pascolo colonizzate da specie arbustive; ➢ l'incremento della disponibilità di materiale legnoso da utilizzarsi per scopi energetici; ➢ nuove opportunità di reddito, connesse alla produzione di biomassa legnosa, anche al fine di contrastare il degrado e l'abbandono del territorio; ➢ il recupero della marginalità di talune aree rurali; ➢ la diversificazione estetica e biologica delle colture presenti nel territorio rurale, l'incremento della disponibilità di habitat per la fauna selvatica, la salvaguardia e la valorizzazione del territorio; L'Amministrazione Comunale può prevedere anche lo sviluppo di una **filiera locale del cippato verde/marrone** attraverso: 1. la gestione del servizio verde comunale e la realizzazione di arredo verde urbano con im-

	pianti lineari (siepi e filari) di essenze autoctone; 2. un protocollo di intesa con le associazioni di categoria del settore agricolo al fine di incentivare il ricorso a siepi e filari lungo i confini delle proprietà e delle aziende agricole . La realizzazione di impianti di siepi e filari il cui periodico utilizzo, secondo criteri razionali ed ecologicamente sostenibili, consente di garantire la disponibilità di combustibile rinnovabile da utilizzare oltre ad una serie di potenziali benefici (produzione di legname, aumento della produttività per la funzione frangivento svolta, produzione di prodotti secondari quali il miele, possibilità di sfruttamento turistico di un territorio migliorato dal punto di vista paesaggistico ect…). Infine l'azione può rivestire un ruolo importante in una strategia complessiva di preservazione delle aree naturali e di salvaguardia della biodiversità. Tali formazioni possono infatti fungere da "sistemi di connessione" tra le aree a maggior valore naturalistico presenti sul territorio, favorendo l'interscambio ed il trasferimento di piante e di animali (reti ecologiche). In questo caso il raggiungimento di un obiettivo più generale di riqualificazione paesaggistica ed ecologica del territorio rurale, potrebbe permettere l'avvio di un percorso virtuoso finalizzato all'efficienza energetica e alla sostenibilità ambientale delle aziende agricole, nonché allo sviluppo di attività integrative interessanti che possano svolgersi prevalentemente in periodi nei quali l'attività in campo è ridotta (stagioni fredde) e che quindi ben si prestano per l'ottimizzazione dell'uso delle risorse aziendali. Infine l'impiego energetico delle biomasse sotto forma di legna da ardere, cippato (legno sminuzzato), pallet (pastiglie di legno macinato e pressato), gusci e scarti di lavorazione, ecc… presenta una indiscutibile rilevanza ambientale: oltre agli effetti positivi sul contenimento delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, la loro utilizzazione rappresenta spesso una buona soluzione a problemi come l'eliminazione dei rifiuti, specialmente se solidi.
Occupazionali e socio economici	Generare "energia pulita" e quindi riscaldare a biomassa legnosa migliora le condizioni dei boschi e del territorio offrendo la possibilità di nuove forme di impresa ed opportunità di sviluppo su scala locale della filiera legno-energia creando occasioni di lavoro ed aumentando le economie locali. Le attività agricole e agro-forestali stanno attraversando un difficile periodo di crisi e, soprattutto nelle zone collinari e pedemontane, non sempre sono sufficientemente remunerative. L'abbandono delle campagne ed il conseguente degrado del territorio è ormai un fenomeno che interessa aree agro-forestali sempre più vaste; la filiera biomassa-energia rappresenta un'interessante opportunità per promuovere nuove attività imprenditoriali e nuova occupazione, favorendo l'incremento dei bassi redditi attuali e creando vitalità imprenditoriale .

2.8.4 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Comune (Sportello Energia e Servizio Comunale di manutenzione del verde urbano)
Attori coinvolti o coinvolgibili	Associazioni di categoria del settore agricolo, Consorzio di gestione della rete comunale di teleriscaldamento, residenti proprietari di giardini e spazi verdi.

2.8.5 Il ruolo dello Sportello Energia

Il ruolo dello Sportello Energia può riguardare diversi aspetti, al naturale compito informativo sulla fonte rinnovabile e sulle tecnologie ad essa collegate si può affiancare un lavoro più complesso dedicato sia a far decollare le filiere locali delle biomasse legnose, sia ad individuare tutti gli stakeholder territoriali ad esse interessato, anche al fine di incentivare lo start-up delle filiere stesse. Attraverso lo Sportello Energia si potrà:

- √ effettuare la raccolta delle informazioni e la creazione di una banca dati informatizzata sui terreni agricoli poco produttivi, sui terreni agricoli contaminati su cui impiantare produzioni non utilizzabili a fini alimentari, sui terreni di proprietà comunale non utilizzati;
- √ effettuare la raccolta delle informazioni e la creazione di una banca dati informatizzata sui gruppi di edifici che dispongono delle caratteristiche tecniche idonee per l'installazione di un impianto a biomasse legnose finalizzato alla produzione di EE e ET pienamente utilizzabili dalle strutture stesse;
- √ definire una campagna di divulgazione delle informazioni, sugli interventi effettuati e sui vantaggi economici, finalizzata a promuovere e sostenere l'ulteriore diffusione delle biomasse;
- √ sostenere la realizzazione di impianti pilota a biomassa per il teleriscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria in edifici pubblici;
- √ organizzare tavoli di lavoro finalizzati alla promozione di accordi di programma o altre iniziative coordinate, in grado di attivare risorse finanziarie per interventi specifici a favore della realizzazione di una filiera locale delle biomasse legnose.

2.8.6 Esempi di buone pratiche

Esistono sul territorio nazionale numerosi impianti alimentati a biomasse legnose da filiera corta locale: la Regione

Liguria ad esempio ha realizzato un progetto pilota nella Provincia di la Spezia finalizzato alla realizzazione di una filiera corta dei pellets e del cippato in Val Bormida e Val di Vara, ha patrocinato un impianto alternativo per il riscaldamento delle serre, realizzato da un'azienda floricola di Alberga che si affianca ad un percorso di filiera certificata in cui il cippato necessario al funzionamento della caldaia arriva da meno di 40 chilometri di distanza.

In Trentino Alto Agide, regione leader per la produzione di pellets è partito il progetto Evergreen 45, finalizzato ad offrire opportunità occupazionali agli over 45 in cerca di lavoro; il progetto prevede la realizzazione di una filiera completa nel settore della raccolta delle biomasse forestali e dei residui del bosco a fini della produzione di pellets e cippato . A Cavalese in Val di Fiemme la "rivoluzione energetica" comincia nel 1999, quando l' Amministrazione Comunale sceglie di realizzare il primo impianto di teleriscaldamento a biomassa del Trentino, esperienza tuttora all'avanguardia in Italia. L'impianto, al quale si allacciano più di cinquecento famiglie, aziende, uffici, supermercati, scuole, alberghi e pure l'ospedale, utilizza la biomassa proveniente dai sottoprodotti del legno (cippato, segatura, corteccia), ricavabile per il 90% dalle segherie di Fiemme e per il 10 per cento dalla pulizia dei boschi; la biomassa legnosa sostituisce 3.200.000 litri di gasolio all'anno ed evita l'emissione di 8.500 tonnellate di $C0_2$. L'impianto di Cavalese, essendo riuscito a ridurre le sue emissioni sotto il limite ha partecipato alla compensazione dei consumi di carbonio delle Olimpiadi di Torino 2006.

La Regione Toscana ha realizzato negli ultimi anni oltre 20 reti di teleriscaldamento a biomassa (cippato) e, grazie al recente rifinanziamento del piano straordinario di investimento entro il 2010 saranno attivate altre 32 mini centrali di teleriscaldamento a biomasse legnose**.** Per questo obiettivo è previsto un investimento complessivo di 8 milioni di euro, provenienti per oltre la metà da contributo pubblico, il resto da privati, Comuni e gestori.

La FIPER, Federazione Italiana Produttori Energia Rinnovabile, riunisce le imprese che hanno realizzato e gestiscono impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse combustibili.
Questa realtà si è sviluppata inizialmente nella provincia di Bolzano, ma poi si è estesa in tutto l'arco alpino, dal Piemonte al Veneto con impianti in 43 comuni, una potenza installata delle caldaie a biomassa pari a 210 MW termici ed una fornitura di calore stimata in 280 GWh termici che sostituiscono 35/40.000 tonnellate di gasolio, bruciato nelle caldaie individuali con rendimento stagionale attorno al 70%. Da qualche anno alcuni impianti operano in cogenerazione, con impianti per una potenza di 4,1 MW elettrici.

2.8.7 Aspetti economici

Costi	Per ciò che concerne gli impianti, i loro costi variano a seconda della tecnologia e della forma di energia utile prodotta. Rispetto a un sistema tradizionale alimentato con fonti fossili, il prezzo medio di un impianto a biomassa risente della sua maggiore complessità strutturale e di costi di gestione più elevati. Esso risulta quindi superiore rispetto a quello di un impianto tradizionale poiché sono necessarie strutture ausiliarie per lo stoccaggio, il carico del combustibile in caldaia, il filtraggio dei fumi e gli eventuali processi di trattamento del combustibile. Questi svantaggi economici sono però compensati dal minore prezzo del combustibile che consente di ottenere un valore del costo del kWh prodotto comparabile con quello degli impianti tradizionali. Rispetto agli impianti termoelettrici tradizionali, i grandi impianti a biomassa per la produzione di elettricità e calore scontano i maggiori costi legati "all'effetto scala", ossia al fatto che le taglie maggiori difficilmente superano i 20-30MW di potenza contro le centinaia di MW tipiche di un impianto tradizionale a vapore, e al costo del combustibile, generalmente non convogliabile in tubazioni, ma che necessita di un sistema di approvvigionamento più articolato e costoso. L'investimento per una *centrale tradizionale a biomasse di dimensioni medio-grandi* si aggira intorno ai **2.000-3.000 €/kW.** A questo si aggiungono i costi di gestione e manutenzione, variabili a seconda della tipologia e disponibilità della biomassa impiegata. I costi di investimento aumentano quando si utilizzano tecnologie più complesse come la "gassificazione", che allo stesso tempo riduce le problematiche relative al trasporto del combustibile. Il costo del kWh prodotto con un impianto a biomassa è determinato principalmente dal prezzo della materia prima impiegata e dal costo di realizzazione e gestione dell'impianto. Per quel che concerne la materia prima, mettendo a confronto il costo dei combustibili fossili più diffusi con quello delle biomasse presenti sul mercato, a parità di contenuto energetico, il costo della biomassa risulta circa del 35-40% inferiore rispetto a quello dei combustibili fossili impiegati per il riscaldamento.
Tempi di ritorno dell'investimento	Non sono stimabili a priori senza definire i parametri caratterizzanti la filiera e l'impianto di trasformazione.
Incentivi per investimenti pubblici e privati	La conversione in legge, del decreto-legge 1 ottobre 2007 n. 159 recante "interventi urgenti in materia economico-finanziaria", collegato alla legge finanziaria 2008, da' il via ad una nuova forma di incentivazione per la produzione di energia elettrica da biomasse. L'incentivo riguarda l'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da biomasse e biogas di origine:agricola, forestale, zootecnica ottenute

	nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro (ex art. 9 e 10 d.lgs. 102/2005) o provenienti da filiere corte, ossia prodotte entro un raggio di 70 km dall'impianto che le utilizza. Sono previsti due differenti regimi di sostegno, a seconda della potenza elettrica dell'impianto: ➢ ***Per Impianti con potenza < 1 Mwe*** è possibile scegliere il regime di incentivazione tra il Conto energia (0,3 €/kWh prodotto per una durata di 15 anni, al termine di tale periodo l'energia prodotta è remunerata alle condizioni economiche previste dall'art. 13 del d.lgs. 387/2003) e Certificati Verdi (entità 1,8 CV/Mwhprodotto per una durata 15 anni). ➢ ***Per Impianti con potenza > 1 Mwe*** è disponibile il regime di incentivazione dei Certificati Verdi per un' entità 1,8 CV/MWh prodotto ed una durata 15 anni, al termine di tale periodo l'energia prodotta è remunerata alle condizioni economiche previste dall'art. 13 del d.lgs. 387/2003[20]. È ammessa la cumulabilità con altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto capitale o in conto interessi con capitalizzazione anticipata, purché non eccedenti il 40 % del costo totale dell'investimento. Con successivo decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali di concerto con il Ministro dello sviluppo economico, verranno individuate le modalità con le quali i produttori e distributori di biomassa e biogas sono tenuti a garantire la tracciabilità e rintracciabilità della filiera, pena l'esclusione dal sistema di incentivi.

2.8.8 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	L'impiego delle biomasse a fini energetici può essere vantaggioso quando queste si presentano concentrate nello spazio e disponibili con sufficiente continuità nell'arco dell'anno, mentre una eccessiva dispersione sul territorio ed una troppo concentrata stagionalità dei raccolti rendono più difficili ed onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio; da qui si avvia la filiera completa che, passando per i diversi processi di conversione energetica, porta alla produzione dei combustibili utilizzati per la generazione di energia elettrica o termica. La cronaca regionale degli ultimi anni è testimone dello scarso entusiasmo della popolazione in merito alla realizzazione di impianti a biomasse alimenti con prodotti di importazione, in diverse situazioni questo scarso entusiasmo (anche per la falsa informazione secondo cui un impianto a biomasse è assimilato ad un inceneritore) si è concretizzato con la nascita di comitati di cittadini contrari alla realizzazione degli impianti stessi.

[20] *Si ricorda che il decreto legge impone che, a partire dal 1 gennaio 2008, 1 Certificato Verde corrisponde ad 1 MWhe.*

Procedure autorizzative	Sono le stesse legate alla realizzazione dell'impianto di trasformazione energetica.
Manutenzione	Limitandosi all'impianto di trasformazione energetica delle biomasse, proprio per la natura del combustibile e la conseguente presenza di ceneri, la manutenzione è un aspetto di rilievo, anche se ad essa non sono riconducibili extracosti rilevanti.

2.8.9 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	Relativamente alla filiera corta che si propone di avviare sul territorio comunale si possono individuare indicatori sia in funzione degli ettari di territorio annualmente coltivati a biomassa, sia delle tonnellate annue di cippato prodotto.

2.8.10 Quadro normativo di riferimento

CE	*Direttiva comunitaria 2003/30/CE sui Biocarburanti.* La direttiva europea riguarda la promozione dell'utilizzo di biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili in sostituzione di carburante diesel o di benzina in ciascun Stato membro. Nella suddetta direttiva si definisce il termine "biocarburante" come carburante liquido o gassoso per i trasporti ricavato dalla biomassa mentre per carburanti rinnovabili si rimanda a quelli ottenuti da fonti energetiche rinnovabili definite dalla direttiva 2001/77/CE.
Nazionale	*Legge Nazionale n° 423 del 2/12/98 : interventi strutturali e urgenti nel settore agricolo, agrumicolo e zootecnico* Per avviare le azioni nazionali derivanti dall'applicazione delle determinazioni adottate dalla Conferenza di Kyoto per la riduzione delle emissioni gassose, il Ministro per le politiche agricole, d'intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, presenta al CIPE per l'approvazione un programma nazionale denominato "Biocombustibili". *Delibera Cipe 27/2000 : approvazione del programma nazionale biocombustibili PROBIO* Il Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) è stato predisposto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali in ottemperanza all'art. 3 della legge 2.12.98, n.423, "Interventi strutturali e urgenti nel settore agricolo, agrumicolo e zootecnico", *Legge ordinaria del Parlamento n° 97 del 31/01/1994 : nuove disposizioni per le zone montane.* L'energia elettrica prodotta nei territori montani da piccoli generatori comunque azionati, quali aerogeneratori, piccoli gruppi elettrogeni, piccole centraline idroelettriche, impianti fotovoltaici, con potenza elettrica non superiore a trenta kilowatt, o da gruppi elettrogeni funzionanti a gas metano biologico, è esentata dalla relativa imposta erariale sul

consumo.

Delibera CIPE n. 137/98, che prevede anche la predisposizione, da parte del Ministero dell'Agricoltura, di un Piano Nazionale di Valorizzazione delle Biomasse Agro – Forestali (PNVBAF), che riprende e finalizza il precedente Programma Nazionale dell'Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB);
il Decreto Legislativo 173/98 e Decreto attuativo n.401/99, che istituisce fondi di aiuto per l'utilizzo a fini energetici di produzioni agricole

Dlgs 29 Dicembre 2003, n. 387. L'art. 5 in particolare, fornisce disposizioni specifiche per la valorizzazione energetica delle biomasse, dei gas residuati dai processi di depurazione e del biogas.

Decreto del 19/04/2002 n.124, in attuazione dell'art.9 comma 6 della legge 448/2001. Si prevedono agevolazioni fiscali (detrazione IRPEF del 36%) per gli interventi di manutenzione boschiva.

3. LE APPLICAZIONI

Nelle seguenti schede si sono riportate le principali applicazioni, in termini di uso razionale delle risorse e ricorso alle fonti rinnovabili, finalizzate sia alla maggior sostenibilità ambientale delle attività analizzate, sia a risparmi nelle spese di gestione.

3.1 SCUOLE E ASILI

3.1.1 La tecnologia

L'obiettivo è la riduzione dei consumi termici ed elettrici negli edifici pubblici scolastici del Comune di Pesaro attraverso la predisposizione di azioni rivolte al ricorso alle fonti rinnovabili, alla riqualificazione impiantistica e alla manutenzione dell'involucro edilizio.
I possibili interventi devono essere valutati in maniera funzionale alle diverse tecnologie e soluzioni idonee al conseguimento degli obiettivi prefissati di riduzione del Fabbisogno di Energia Primaria (FEP) dell'edificio.

Tra questi vi sono interventi strutturali ed interventi impiantistici, le migliori soluzioni derivano dalla corretta integrazione progettuale degli stessi.

Interventi strutturali:

- √ isolamento a cappotto di pareti e coperture e risoluzione delle problematiche legate ai ponti termici;
- √ utilizzo di infissi a taglio termico e sostituzione di superfici vetrate con vetri camera, anche al fine di sfruttare pienamente l'illuminazione naturale, il risparmio conseguibile, in termini di consumi di combustibile, è variabile (10-20%) in funzione dei coefficienti di trasmissione del calore caratterizzanti le superfici vetrate e gli infissi, prima e dopo l'intervento;
- √ interventi di bioclimatica (schermature solari, tetti verdi);

Interventi impiantistici:

- √ installazione di impianti ad energia solare fotovoltaico e termico, quest'ultimo anche ad integrazione degli impianti esistenti;
- √ impiego di illuminazione ad alta efficienza, sensori di presenza e applicazione della direttiva Ballast, obiettivo dell'intervento deve essere quello di limitare l'illuminazione alle effettive esigenze sia spaziali che temporali ;
- √ sostituzione di impianti termici tecnologicamente obsoleti con impianti ad elevata efficienza finalizzati

	al riscaldamento ed alla produzione ACS; per ogni punto di aumento del rendimento medio stagionale della caldaia si ha un risparmio di combustibile dell'1% circa; √ regolazione degli impianti di riscaldamento e della distribuzione del calore finalizzata ad un miglior benessere degli utenti; il controllo e la regolazione della temperatura nei locali, oltre ad avere importanti effetti sul benessere degli utenti, rappresenta un'importante strumento di risparmio energetico: per ogni grado centigrado in meno il consumo di combustibile per riscaldamento si riduce mediamente dell'8% ; √ realizzazione di distribuzione del calore a zone per adeguare i periodi di riscaldamento ai blocchi del fabbricato con diverse esigenze, utilizzati in orari differenti e con destinazioni d'uso diverse: uffici, palestre, aule; il risparmio conseguibile è variabile (5-30%) in funzione all'estensione delle zone, come dei tempi di riduzione del servizio; √ ricorso a tecnologie particolarmente indicate per l'edilizia scolastica dell'infanzia:pompa di calore geotermica ed impianto di distribuzione calore a pannelli radianti a pavimento; √ realizzazione di impianti per la ventilazione meccanica ed il trattamento della qualità dell'aria; √ cogenerazione e teleriscaldamento dei locali.
Stato dell'arte	Le scuole sono edifici specialistici direttamente gestiti dalle Pubbliche Amministrazioni e come tali richiedono standard e precise prestazioni di comfort energetico/ambientale. Sono inoltre luogo di soggiorno dai primi anni di vita fino all'adolescenza e quindi attraverso una corretta informazione, possono intervenire sulla crescita della consapevolezza ambientale dei futuri cittadini, oltre che influenzarne il loro benessere psicofisico. Le elaborazioni condotte su alcuni edifici scolastici di pertinenza del Comune di Pesaro hanno evidenziato grandi potenzialità di intervento ai fini dell'efficienza e del risparmio energetico.
Caratteristiche tecniche	In funzione delle caratteristiche tecniche, gli interventi proposti si suddividono in due principali categorie: 1. *interventi sul sistema edificio/impianto* Relativamente a questa categoria l'impegno del Comune di Pesaro, per la corretta riqualificazione del proprio patrimonio edilizio scolastico, si può concretizzare nella corretta pianificazione degli interventi, che va realizzata nella fin dalla fase progettuale di riqualificazione. Le soluzioni tecnologiche (impiantistiche e strutturali) vanno adottate a seguito dell'analisi del fabbisogno energetico dell'edificio e dell'individuazione delle principali cause di scarsa efficienza del sistema edificio/impianto.

In questa sezione si sono individuate 3 fasi che devono caratterizzare tutti gli interventi di riqualificazione energetica e strutturale del patrimonio immobiliare scolastico del Comune di Pesaro.

La fase zero consiste nell' analisi della qualità ambientale degli ambienti scolastici, condotta attraverso schede per il rilevamento percettivo della qualità dell'aria, dell'illuminazione naturale ed artificiale, del rumore e dei relativi fenomeni di disagio (secchezza oculare, irritabilità delle vie respiratorie, mal di testa ecc…). Importante è il coinvolgimento del corpo docente, del personale e degli studenti, anche attraverso l'individuazione di un responsabile scolastico che pianifichi le azioni di monitoraggio e responsabilizzazione.

La prima fase è finalizzata alla conoscenza del fabbisogno energetico dell'edificio scolastico, pertanto prevede lo svolgimento di audit energetici ed una ricognizione delle strutture impiantistiche presenti, con lo scopo di fare una prima valutazione dello stato attuale ed una individuazione delle azioni prioritarie nella fase progettuale.
La metodologia di intervento deve prevedere le seguenti fasi operative:

- esame della cartografia catastale della struttura e di eventuali progetti di riqualificazione effettuati sull'edificio;
- sopralluogo presso la struttura con rilievo fotografico ed esame delle caratteristiche tecniche di interesse;
- verifica tramite apposito software di calcolo delle attuali prestazioni garantite dal sistema edificio-impianto;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche invernali dell'involucro edilizio con relativo adeguamento alle normative inerenti il risparmio energetico degli edifici;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione dell'impianto termico, di distribuzione del calore e del trattamento della qualità dell'aria;
- indicazioni progettuali per la riduzione del fabbisogno di acqua calda sanitaria e per l'ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche;censimento dei rubinetti, degli sciacquoni e delle docce, valutazione di interventi finalizzati al ricircolo delle acque grigie per gli scarichi dei servizi igienici;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche estive dell'involucro edilizio;
- indicazioni progettuali per l'integrazione del fabbisogno energetico dell'edificio attraverso il ricorso a fonti energetiche rinnovabili.

A seguito dell'analisi energetica, che può essere funzionale

anche in vista della *certificazione energetica dell'edificio*, nei termini previsti dal DLGs 115/2008, si potrà capire in che modo l'energia viene utilizzata, quali sono le cause degli eventuali sprechi ed eventualmente quali interventi possono essere suggeriti.

La corretta progettazione di un intervento prevede nella **seconda fase** la predisposizione di uno studio di fattibilità, con indicazione degli interventi da svolgere e dei relativi costi, ed eventualmente un capitolato tecnico per una gara di affidamento del servizio energia.

2. *interventi sul sistema di illuminazione*

Gli interventi non strutturali che si possono mettere in campo nel settore scolastico per una gestione razionale delle risorse energetiche si possono concretizzare nel settore dell'illuminazione scolastica attraverso l'adozione della direttiva Ballast[21], a seguito della quale:

- √ negli edifici scolastici l'illuminazione è costituita da lampade al neon (basso consumo);
- √ negli edifici scolastici l'illuminazione è dimmerabile.

Questo risultato può essere raggiunto attraverso una campagna di monitoraggio del sistema di illuminazione per interni adottato nelle scuole del territorio comunale, a cui deve seguire la pianificazione degli interventi. L'azione deve di conseguenza essere finalizzata alla:

- √ creazione di un database contenente le informazioni tecniche sui punti luce di ogni struttura scolastica e sui consumi energetici associati al loro utilizzo;
- √ definizione di un cronoprogramma per la progressiva trasformazione degli impianti e l'installazione di stabilizzatori e riduttori di potenza/flusso e di apparecchi ad alto rendimento luminoso;
- √ riduzione dei punti luce là dove il livello di illuminamento al seguito della sostituzione delle lampade superi i valori consigliati;
- √ definizione della modulazione oraria e dell'intensità dell'illuminazione;
- √ predisposizione delle operazioni di smaltimento delle lampade dismesse e verifica della qualità del processo di riciclo e/o smaltimento.

L'ottemperamento della Direttiva Ballast può avvenire mediante corpi illuminanti fluorescenti muniti di alimentatori elettronici dimmerabili e collegati a fotocellule misuranti l' intensità luminosa della luce naturale proveniente dall'esterno attraverso le superfici finestrate delle aule. In tal modo viene regolata, automaticamente ed istantaneamente, l'intensità del flusso luminoso artificiale emesso dai

[21] *la Direttiva Ballast promuove il rispetto delle norme UNI 10840 ed UNI 10380 attinenti il risparmio energetico nelle scuole*

	corpi illuminanti in maniera tale da garantire l'illuminamento prescritto ed il relativo comfort visivo. Il risparmio energetico annuale ottenibile è pari al 30-40% dei consumi complessivi riferiti al solo illuminamento.

3.1.2 Obiettivi

	L'obiettivo principale è la riduzione del fabbisogno energetico del patrimonio edilizio scolastico esistente attraverso una campagna di riqualificazione energetico-strutturale dei plessi didattici e l'individuazione delle "buone norme di progettazione" per i nuovi edifici scolastici . Contestualmente il Comune attraverso lo Sportello Energia ed in collaborazione con le Istituzioni Scolastiche territoriali, potrà avviare: ➢ una serie di azioni di contorno a carattere educativo rivolte prevalentemente agli studenti ed alle loro famiglie, finalizzate alla divulgazione delle buone pratiche adottate nella struttura scolastica di riferimento; ➢ un programma di responsabilizzazione all'uso razionale delle risorse energetico-ambientali nelle strutture scolastiche, prevedendo che una quota dei risparmi economici, ottenuti dalla scuola a seguito della modifica dei comportamenti o dell'adozione di particolari protocolli, rimanga a disposizione della scuola stessa.

3.1.3 Attuabilità nel territorio comunale

Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	L'intervento di riqualificazione del comparto edilizio scolastico non può gravare esclusivamente sulle risorse economiche comunali, sicuramente insufficienti a realizzare interventi nel breve termine capaci di incidere sul totale delle strutture; è opportuno un adeguato coordinamento tra la Dirigenza Scolastica e l'Amministrazione Comunale finalizzato prioritariamente all' ottimizzazione del servizio calore conseguibile grazie alle nuove tipologie di contratto indicate dal DLGs 115/2008, che risultano particolarmente indicate per il settore scolastico: 1. "contratto servizio energia" 2. "contratto servizio energia Plus" (che rappresenta un contratto di rendimento energetico). La realizzazione degli interventi di riqualificazione veri e propri potrebbe, di conseguenza, essere effettuata tramite l'attivazione di un contratto di servizio energia tramite i meccanismi delle ESCO (Energy Service Company), aziende specializzate nella vendita di servizi energetici. Il *contratto servizio energia* è un contratto che nell'osservanza di specifici requisiti e prestazioni disciplina

l'erogazione dei beni e servizi necessari alla gestione ottimale e al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia.

Le principali caratteristiche di un contratto di servizio energia sono le seguenti:

- viene fornito un servizio energia nel suo complesso e non solo la manutenzione degli impianti ed il combustibile necessario;
- la ESCO esegue i lavori necessari per la messa a norma e per il funzionamento efficiente degli impianti;
- le spese per tali lavori vengono sostenute dalla ESCO che si ripaga negli anni di durata del contratto attraverso i risparmi conseguiti;
- viene realizzata la certificazione energetica dell'edificio, prima dell'avvio del contratto con l'indicazione degli interventi atti a ridurre i consumi.

Anche il *contratto servizio energia "Plus"*, che si configura come fattispecie di un contratto di rendimento energetico, deve soddisfare determinati requisiti, che si aggiungono a quelli già indicati per i contratti servizio energia. Un contratto "Plus", in particolare, deve prevedere "la riduzione dell'indice di energia primaria per la climatizzazione invernale di almeno il 10 per cento rispetto al corrispondente indice riportato sull'attestato di certificazione", *mediante* "la realizzazione degli interventi strutturali di riqualificazione energetica degli impianti o dell'involucro edilizio indicati nell'attestato di certificazione e finalizzati al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia".

Per essere qualificato come contratto servizio energia Plus, un contratto deve inoltre includere l'installazione, laddove tecnicamente possibile, "di sistemi di termoregolazione asserviti a zone aventi caratteristiche di uso ed esposizione uniformi o a singole unità immobiliari, ovvero di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali, idonei ad impedire il surriscaldamento conseguente ad apporti aggiuntivi gratuiti interni ed esterni". Il contratto servizio energia Plus può inoltre prevedere uno "strumento finanziario per i risparmi energetici" finalizzato alla realizzazione di specifici interventi volti al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia, alla riqualificazione energetica dell'involucro edilizio e alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Con questi tipi di contratto vi è un indubbio vantaggio per quanto riguarda gli aspetti di risparmio energetico; ciò è dovuto al fatto che la ditta ha interesse a minimizzare l'energia utilizzata a parità di servizio erogato.
Inoltre per l'ente proprietario delle scuole questo tipo di contratto riduce le incombenze, limitandole al controllo del servizio reso.

Le Scuole che beneficeranno degli interventi, attraverso un

opportuno accordo quadro con la Dirigenza Scolastica di riferimento, potranno realizzare autonomamente la *fase zero* e la *prima fase* inserendo le tematiche energetiche all'interno dei curriculum scolastici, individuando una figura di responsabile energetico, collaborando per l'effettuazione degli audit e del monitoraggio energetico sull'edificio scolastico, sia prima che dopo l'intervento.

3.1.4 Il ruolo dell'Ufficio Energia

L'**Ufficio Energia del Comune di Pesaro** cura gli aspetti tecnici e amministrativi e la predisposizione degli atti necessari allo sviluppo e all'attuazione della politica energetica del Comune svolgendo un ruolo di coordinamento tecnico nello sviluppo sostenibile del territorio comunale.

In relazione ad un intervento sul patrimonio edilizio comunale, l'Ufficio Energia, una volta divenuto pienamente operativo, fungerà da raccordo tra i vari settori coinvolti e coinvolgibili nelle diverse fasi, assolvendo al ruolo di coordinamento fin dalla fase di pianificazione e progettazione dell'intervento. La mappatura ed il monitoraggio dei consumi energetici dell'edificio in questione ed il pieno accesso a tutte le informazioni sulla gestione del servizio calore e degli impianti, sulle peculiarità strutturali dell'edifico, sulla sua attuale e futura destinazione d'uso, permetteranno all'Ufficio Energia di svolgere agevolmente una analisi preliminare al fine di individuare le tecnologie, i materiali e le migliori tipologie di gara d'appalto attraverso cui andare a realizzare l'intervento. L' Ufficio Energia dovrà di conseguenza svolgere il ruolo di coordinamento con i soggetti esterni che si aggiudicheranno la gara d'appalto e che saranno successivamente chiamati, ad esempio, alla gestione del servizio calore della struttura su cui è stato realizzato l'intervento.

3.1.5 Esempio di intervento applicativo: *riqualificazione strutturale sulla Scuola elementare Giansanti di via Monfalcone 4 Pesaro*

La necessità di riqualificare energeticamente un edificio scolastico difficilmente è la causa principale che spinge una Amministrazione Comunale a realizzare un intervento, a meno che non sussistano particolari presupposti come la presenza di un finanziamento esterno finalizzato alla riduzione del Fabbisogno Energetico dell'edificio; solitamente si parte da necessità di ristrutturazione strutturale o di sostituzione di impianti termici obsoleti. La piena conoscenza da parte dell'Ufficio Energia dello stato conservativo del patrimonio edilizio comunale, della mappatura dei consumi energetici e delle caratteristiche impiantistiche e degli eventuali contratti di servizio calore, rappresentano un quadro di partenza appropriato per una corretta pianificazione dell'intervento.

La Scuola Elementare Giansanti è una struttura recentemente interessata da un intervento di riqualificazione architettonica , risanamento strutturale e parziale riqualificazione energetica.
L'intervento è stato programmato dall'Amministrazione Comunale ad inizio 2007 prima che la stessa approvasse il Piano Energetico Ambientale Comunale; l'audit energetico è stato effettuato a fine 2008 appalto assegnato e a lavori iniziati. Nello stesso si è presa visione dell'andamento dei lavori, si è acquisita in parte la conoscenza dei materiali utilizzati e delle scelte impiantistiche adottate.

Caratteristiche dell'intervento: il caso esaminato è risultato particolarmente interessante proprio perché rappresenta un esempio di non corretta programmazione dell'intervento stesso.
La struttura scolastica realizzata negli anni 50 presentava in origine delle pessime caratteristiche di inerzia termica dell'involucro edilizio, principalmente imputabili alla presenza di infissi di scarsa qualità (in legno e a vetro singolo). Nonostante un intervento di recupero effettuato negli anni '70, le prestazioni del sistema edificio/impianto sono rimaste basse proprio per una corretta progettazione dell'intervento con criteri di efficienza energetica. La struttura originaria era in muratura, di media qualità e presentava diversi problemi di ponti termici (non risolti completamente dall'intervento effettuato). Il plesso si sviluppa in due blocchi di edifici collegati da un corridoio vetrato al piano terra, ciascun edificio si sviluppa su 3 piani. Il plesso ospita al suo interno una palestra, le aule didattiche, aule di servizio e per attività motorie, uffici, servizi igienici, una mensa con cucina. I lavori per un importo di 510.840,45 € hanno interessato l'edificio per un intero anno; sul fronte strutturale è stato realizzato un intervento di consolidamento delle pareti perimetrali a cui è stato aggiunto un intervento di isolamento a cappotto per migliorare l'inerzia termica dell'edificio. L'intervento ha previsto la demolizione dei tramezzi e dei massetti, dei pavimenti e dei rivestimenti; quindi si è rimosso l'intero sistema di tubature, l'impianto elettrico, quello di riscaldamento con tutte le sue derivazioni e gli impianti sanitari. L'intervento di risanamento strutturale ha interessato alcune parti della struttura portante, la posa di nuovi controtelai interni ed esterni, il consolidamento dei solai con una soletta armata.
Per il cappotto esterno la scelta dei materiali ha visto l'impiego di intonaco esterno, uno strato di mattoni pieni, isolante EPS (6 cm , isolante economico, ma con prestazioni accettabili); segue uno strato di mattoni forati e l' intonaco interno. Una parte degli infissi sono stati sostituiti con infissi a taglio termico, così come le superfici trasparenti che a seguito dell'intervento sono costituite da vetri a taglio termico REI60; si è così migliorata l'inerzia termica dell'edificio, ma non tutte le superfici vetrate sono state riqualificate in quanto si è lasciata invariata la situazione originaria in determinate zone critiche dell'edificio. Si è rifatta la copertura dell'edificio migliorando l'isolamento

termico e l' impermeabilizzazione.
Per scelta progettuale l'isolamento a cappotto non ha interessato il piano terra della struttura.
Contestualmente all'intervento strutturale si è realizzata una riqualificazione del sistema di riscaldamento attraverso la sostituzione delle tubature e dei radiatori, il rifacimento delle tracce e della centrale termica; si è rifatto l'impianto elettrico e idrico.
Tutti gli interventi sono stati inseriti in un'unica gara d'appalto; la struttura nel 2005 era stata interessata da un intervento di sostituzione di una caldaia (potenza di 177 kW) in una delle due centrali termiche dell'edificio. La caldaia viene utilizzata per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento di uno dei due edifici del plesso didattico.

Difetti dell'intervento: l'obiettivo principale dell'intervento è stata la riqualificazione strutturale ed impiantistica del plesso scolastico; la sostituzione di una parte degli infissi e la realizzazione del cappotto termico comporteranno una riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio, ma non spinta come si sarebbe potuta ottenere; la scelta di non realizzare l'intervento a cappotto anche sul piano terra appare discutibile e rischia di ridurre l'efficienza dell'intervento realizzato.
Il rifacimento della copertura dell'edificio, incrementandone l'inerzia termica con un isolante e migliorandone l'impermeabilizzazione, è sicuramente un intervento qualificante, ma la sua realizzazione è stata effettuata senza valutare che la copertura del plesso scolastico presenta le caratteristiche idonee all'installazione di un impianto solare termico ed di un impianto fotovoltaico. Effettuare le installazioni sulla copertura a seguito della sua ristrutturazione è un intervento antieconomico e dannoso in quanto fissare a terra gli impianti stessi equivale a inficiare l'impermeabilizzazione e l' isolamento della copertura stessa.
Per la particolarità degli interventi necessari si presentava l'opportunità, con un modesto incremento di spesa, di migliorare notevolmente le prestazioni energetiche della struttura e di migliorare ulteriormente le condizioni di salubrità e comfort per gli utenti.
Il mancato coinvolgimento di una struttura come l'Ufficio Energia ha comportato la non individuazione delle migliori scelte progettuali ed impiantistiche.

Il rifacimento dell'impianto di riscaldamento, delle tubature e dei radiatori e della centrale termica è stato realizzato con scelte tecniche tradizionali; il contestuale rifacimento di solai, massetti e rivestimenti avrebbe difatti permesso senza eccessivi oneri aggiunti, l'adozione di altre soluzioni per la distribuzione del calore, soluzioni che avrebbero anche consentito il ricorso alle fonti rinnovabili.
La Scuola Giansanti è una scuola elementare e materna, con presenza di utenti con particolari caratteristiche ed esigenze;il fabbisogno energetico è principalmente legato

al riscaldamento dei locali ed alla produzione di acqua calda sanitaria i cui consumi sono legati alla presenza di docce, dei servizi sanitari, della cucina.

Limiti degli interventi effettuati:

- *Mancata sostituzione integrale degli infissi nelle trombe delle scale di collegamento tra i piani:* le stesse sono riscaldate, di conseguenza rappresentano una sorgente di dispersione del calore che non è stata interessata dall'intervento; analogamente il corridoio vetrato di collegamento dei due plessi scolastici, è un locale riscaldato i cui infissi non sono stati interessati dall'intervento di riqualificazione; la dispersione conseguente è stimabile in un 35% dell'energia fornita dai radiatori posizionati lungo le scale;
- *Mancato isolamento di rinforzo sui radiatori:* si è stimato che il 15% del calore dal radiatore fornito si disperde a causa dell'inadeguato isolamento termico del vano sottofinestra (dove la muratura ha uno spessore inferiore rispetto al resto della struttura) nella parete su cui il radiatore è installato, si poteva sopperire a questa mancanza inserendo un pannello di isolante in grado di "riflettere" il calore all'interno della struttura;

Scelte impiantistiche alternative non valutate:

- *Solare termico e fotovoltaico sulla copertura:* la copertura era potenzialmente idonea all'installazione di un impianto solare termico per la produzione di ACS e di un impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia; sulla copertura scolastica si poteva installare un impianto fotovoltaico da minimo 20kW di potenza installata ed uno solare termico da minimo 50m^2 di pannelli ;
- *Impianto geotermico a bassa entalpia:* la vicinanza della struttura al mare fa presupporre che ad una profondità limitata siano presenti le condizioni geologiche idonee alla realizzazione di un impianto a pompa di calore geotermica a bassa entalpia; un impianto da 5kW, con una sonda inserita nel terreno ad una profondità massima di 25 metri, avrebbe consentito a fronte di un COP 4 un consistente risparmio di energia per la produzione di ACS, per il riscaldamento ed eventualmente per il raffrescamento estivo; la tecnologia è integrabile e compatibile con i pannelli solari termici e con l'impianto fotovoltaico per la produzione dell'energia elettrica;
- *Sistema di distribuzione del calore a pannelli radianti a pavimento:* abbinato alle tecnologie sovracitate è la soluzione tecnologia più efficiente per la distribuzione del calore, particolarmente idonea a plessi scolastici;
- *Sistema di trattamento dell'aria e ventilazione mec-*

canica: gli ambienti confinati contribuiscono significativamente all'esposizione umana agli inquinanti e la qualità dell'aria interna (IAQ) è importante per le sue implicazioni sulla salute respiratoria/allergica. Non solo il livello di alcuni inquinanti può essere molto più elevato all'interno che all'esterno, ma anche esposizioni prolungate a basse concentrazioni di inquinanti possono avere effetti avversi sulla salute. Il diritto dei bambini di respirare aria pulita nella scuola non è ancora sufficientemente riconosciuto ed i dati disponibili per valutare l'IAQ nelle scuole con le possibili implicazioni sulla salute dei bambini sono scarsi. La tecnologia di riferimento è quella delle CTS (centrali modulari trattamento aria): il concetto di costruzione modulare si basa sulla realizzazione di sezioni componibili facilmente trasportabili e di semplice assemblaggio in cantiere, definite di volta in volta in funzione dell'esigenza dell'impianto. Il recupero energetico negli impianti di condizionamento e ventilazione è divenuta negli ultimi anni una importante soluzione volta a ridurre i consumi per la climatizzazione: i margini di risparmio sono infatti notevoli, tanto che la normativa in materia hanno indicato addirittura come obbligatoria l'installazione di un sistema di recupero al di sopra di un certo numero di ricambi orari e a seconda delle condizioni climatiche. Il dimensionamento di una centrale di trattamento dell'aria per una specifica installazione consiste, quindi, in un'opportuna selezione di adeguati componenti idonei a garantire le prestazioni richieste (facendo riferimento alla norma UNI 10339).

Agli interventi individuati come alternativi sono associati extracosti che potevano essere inseriti in un **contratto servizio calore Plus**, inserendo quindi anche la gestione del servizio calore nella gara d'appalto, che sarebbe di conseguenza diventata appetibile per società come le ESco, in grado di soddisfare tutte le richieste di tecnologia e professionalità necessarie sia dalla fase progettuale dell'intervento.

Di seguito si ricostruisce la corretta prassi procedurale che avrebbe dovuto coinvolgere l' Ufficio Energia nelle diverse fasi di pianificazione e realizzazione della riqualificazione della Scuola Elementare Giansanti:

- Individuazione del fabbisogno di energia primaria dell'edificio (FEP) , delle sue caratteristiche impiantistiche e strutturali;
- individuazione dei possibili interventi strutturali ed impiantistici finalizzati alla riduzione del FEP;
- coinvolgimento nella fase di progettazione dell'intervento strutturale e nella scelta degli impianti e delle tecnologie;
- stima economica dell'intervento;

- individuazione delle caratteristiche tecniche per la gara d'appalto tenendo in considerazione la possibilità di assegnare l'esecuzione dei lavori ad una ESCo a cui prospettare anche la successiva gestione del calore a servizio del plesso.

3.1.6 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

Gli indicatori di riferimento che verranno individuati sono funzionali al fabbisogno di energia primaria FEP dell'edificio espresso in kWh/m^2 annuo, come previsto dal DLGs 192/2005.

3.2 IMPIANTI SPORTIVI

3.2.1 La tecnologia

Il principale obiettivo degli interventi riguardanti le strutture sportive è il contenimento delle spese energetiche; nella presente scheda ci si è concentrati sulle strutture direttamente gestite dall'Amministrazione Comunale. La strategia

da perpetrare per centrare i target prefissati prevede sempre di partire dalla conoscenza della domanda di energia termica ed elettrica della struttura sportiva, della tipologia di impianti e delle tecnologie presenti, delle caratteristiche di sfruttamento dei locali. In relazione ai risultati di una approfondita campagna di monitoraggio si possono programmare un' ampia serie di azioni finalizzate alla riduzione del fabbisogno di energia della struttura.

L'adozione di questa strategia prevede i seguenti passi :

- √ individuare, a seguito di audit energetici, le strutture sportive su cui è necessario, per la riduzione delle spese di gestione, realizzare interventi di riqualificazione impiantistica e strutturale finalizzati ad aumentare l'efficienza degli impianti tecnologici ed a ridurre le dispersioni termiche dell'involucro edilizio;
- √ predisporre un piano di riqualificazione tecnologica degli impianti termici per la produzione di ACS e riscaldamento, al fine di adottare soluzioni tecniche che garantiscano oltre all'uso razionale dell'energia, il risparmio delle risorse idriche, un elevato rendimento medio stagionale dell'impianto ed il costante monitoraggio delle prestazioni energetiche;
- √ ricorso alle moderne tecnologie come termostati, termoregolatori, sensori di presenza e di CO_2, impianti per la ventilazione meccanica e per il trattamento dell'aria con recupero del calore, al fine del risparmio energetico nei periodi di utilizzo delle strutture, del comfort e del benessere termoigrometrico degli spazi;
- √ individuare gli interventi da effettuare sull'involucro edilizio al fine di migliorarne le prestazioni, finalizzati al contempo a rimuovere tutte le possibili problematiche relative a infiltrazioni di acqua, proliferazioni batteriche e formazione di muffe; particolare attenzione dovrà essere dedicata all'ottimizzazione del sistema di illuminazione interna, che dovrà integrare e non sostituire l'apporto gratuito da luce naturale, prevedendo al contempo le opportune schermature solari per il periodo estivo, anche ricorrendo alla piantumazione di caducifoglie che proteggono dall'insolazione durante il periodo primavera-estive e non ostacolano l'illuminazione naturale nel periodo autunno-inverno;
- √ per le strutture che risultassero idonee sarà necessario valutare, prioritariamente a qualsiasi intervento sulle coperture, in funzione della superficie utile delle stesse e degli spazi di servizio (come i parcheggi dell'impianto sportivo analizzato) interventi di copertura del fabbisogno elettrico e termico tramite fonte rinnovabile solare; in caso di concorrenza delle due tecnologie, in riferimento alla disponibilità di superfici di copertura piane delle strutture sportive, si suggerisce un criterio di priorità mediante la copertura delle superfici piane con pannelli so-

	lari e dei parcheggi con pannelli fotovoltaici; √ la copertura dei parcheggi di servizio agli impianti sportivi, se realizzata con soluzioni omogenee ed architettonicamente integrate, può consentire anche la messa a punto (sugli stessi) di spazi pubblicitari per agevolare l'abbattimento dei costi dell'intervento; √ realizzare un bando per la riqualificazione strutturale dell'edificio che in presenza della necessità di interventi di riqualificazione impiantistica, preveda di stipulare contratti di fornitura servizi energetici attraverso ESCo e/o altri soggetti riconosciuti. Si potrà così ricorrere alle formule contrattuali "a rendimento energetico" ed alle altre tipologie di contratti previsti dal DLGS 115/2008. Intervenire sulla riduzione delle dispersioni termiche di un edificio dipende innanzitutto dalla sua età, gli edifici costruiti nella seconda metà del secolo scorso e prima del 1991, presentano caratteristiche costruttive poco attente al risparmio energetico, di gran lunga peggiori rispetto agli edifici costruiti in precedenza, dove si prestava attenzione allo spessore delle superfici murarie perimetrali proprio perché non si disponeva di impianti termici come quelli introdotti a metà del 1900.
Stato dell'arte	Gli impianti e le strutture sportive richiedono standard e precise prestazioni di comfort energetico/ambientale e la garanzia della salubrità dei locali; quelli direttamente gestiti dalle Pubbliche Amministrazioni sono spesso interni o attigui a struttura scolastiche e pertanto, anche in funzione dell'utenza che ne usufruisce è molto importante il conseguimento degli standard qualitativi sovracitati . L'esigenza di mantenere precise condizioni di comfort all'interno dell'edificio, fa si che si conoscano i flussi termici a cui è sottoposta la struttura prioritariamente nel periodo di apertura del plesso scolastico che ospita la struttura sportiva, ma per la particolarità della destinazione d'uso è necessario tenere in considerazione altri fattori come il livello di umidità, l'età e la tipologia di attività fisica svolta dall'utenza. Le palestre scolastiche sono spesso sfruttate al di fuori dell'orario didattico da società sportive convenzionate, spesso con atleti di età diversa da quella che caratterizza l'utenza scolastica, di conseguenza assume una particolare importanza l'utilizzo razionale della struttura e la possibilità di regolare il sistema di riscaldamento in funzione delle caratteristiche dell'utenza stessa. Le elaborazioni condotte a seguito di audit energetici alcune strutture sportive di pertinenza del Comune di Pesaro evidenziano, proprio nell'ottica sovracitata, grandi potenzialità di intervento ai fini dell'efficienza e del risparmio energetico.
Caratteristiche tecniche	Le strutture sportive gestite dall'Amministrazione Comunale che si sono analizzate appartengono a plessi scolastici,

in alcuni casi realizzati negli anni '50-60 e successivamente ristrutturati senza ricorrere a particolari accorgimenti per il contenimento delle dispersioni termiche.
Il fabbisogno energetico delle strutture sportive presenti sul territorio comunale è prevalentemente di origine termica (75% dei consumi), derivante dalla produzione di ACS e dal riscaldamento. Nonostante il minor peso del lato elettrico (25% dei consumi) si sono comunque evidenziati sprechi derivanti sia dal ricorso a tecnologie obsolete (boyler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria, scambiatori di calore elettrici, corpi illuminanti inefficienti, scarso ricorso all'illuminazione naturale e una mancata gestione razionale dell'illuminazione interna), sia dalla carenza di manutenzione degli impianti in uso, sia dall'utilizzo non coordinato delle strutture con il conseguente uso irrazionale del sistema di riscaldamento (acceso nella stagione autunnale e invernale anche nelle ore di non utilizzo dei locali, con conseguente surriscaldamento dei locali e crollo del comfort, in alcuni casi, per l'assenza di un impianto di trattamento dell'aria e recupero calore, i locali vengono arieggiati dopo l'uso con conseguente dispersione di energia termica) ed una non oculata gestione dell'orario di utilizzo delle strutture (concentrando in determinati giorni della settimana tutte le attività permettendo di conseguenza lo standby del sistema di riscaldamento nei periodi di sottoutilizzo).
Oltre a questi fattori legati all'errato utilizzo delle strutture, si devono individuare le carenze strutturali (errata esposizione delle superfici vetrate, bassi requisiti di inerzia termica degli infissi e delle superfici) ed i principali interventi e accorgimenti tecnologici per un uso razionale della risorsa energia anche a seguito della diffusione su larga scala delle principali tecnologie di riferimento: solare fotovoltaico, solare termico, caldaie a condensazione, pompe di calore, ricorso a sistemi di ventilazione meccanica con recupero del calore e trattamento dell'aria.

Gli interventi di recupero e riqualificazione proposti si suddividono in due principali categorie:

1. *interventi che prevedono la riqualificazione del sistema edificio/impianto*

Relativamente a questa categoria l'impegno del Comune di Pesaro, per la corretta riqualificazione del proprio patrimonio di strutture sportive, si può concretizzare nella corretta pianificazione degli interventi, che va realizzata nella fin dalla fase progettuale di riqualificazione. Le soluzioni tecnologiche (impiantistiche e strutturali) vanno adottate a seguito dell'analisi del fabbisogno energetico dell'edificio e dell'individuazione delle principali cause di scarsa efficienza del sistema edificio/impianto.
In questa sezione si sono individuate le 3 fasi che devono caratterizzare tutti gli interventi di riqualificazione energetica e strutturale del patrimonio di impianti sportivi del Comune di Pesaro.

La fase zero consiste nell' analisi degli orari e del flusso di utenti che caratterizza l'utilizzo dei locali, della qualità ambientale e del comfort percepito dagli utenti, l'operazione è condotta attraverso schede/questionario da sottoporre agli utenti della struttura per:

- il rilevamento percettivo della qualità dell'aria;
- il rilevamento percettivo dell'illuminazione naturale ed artificiale e del rumore;
- l'individuazione delle problematiche legate alle carenze o all'assenza di un impianto di trattamento dell'aria e dei relativi fenomeni di disagio (secchezza oculare, irritabilità delle vie respiratorie, mal di testa ecc…)
- il riscontro di eventuali dissonanze sull'uso dei locali, e dei servizi disponibili (illuminazione, docce, sala della palestra, riscaldamento, ect) durante gli orari di utilizzo della struttura.

La conoscenza delle opinioni degli utenti che "vivono" quotidianamente la struttura è basilare sia per individuare le principali problematiche, sia per iniziare un processo condiviso finalizzato a migliorare le prestazioni energetiche ed i livelli di salubrità e comfort della struttura.

La prima fase è finalizzata alla conoscenza del fabbisogno energetico dell'impianto sportivo, pertanto prevede lo svolgimento di audit energetici ed una ricognizione delle strutture impiantistiche presenti, con lo scopo di fare una prima valutazione dello stato attuale ed una individuazione delle azioni prioritarie nella fase progettuale.
La metodologia di intervento deve prevedere le seguenti fasi operative:

- esame della cartografia catastale della struttura e di eventuali progetti di riqualificazione effettuati sull'edificio, individuazione dei materiali con cui è stato realizzato/riqualificato l'edificio;
- sopralluogo presso la struttura con rilievo fotografico ed esame delle caratteristiche tecniche di interesse (centrale termica, impianti presenti,etc);
- acquisizione dei consumi mensili degli ultimi 3 anni di acqua, elettricità e combustibili di alimentazione degli impianti destinati alla produzione di ACS ed al riscaldamento dei locali;
- censimento degli impianti e delle macchine elettriche presenti, di eventuali impianti di condizionamento estivo e degli elementi del sistema di illuminazione;
- verifica tramite apposito software di calcolo delle attuali prestazioni garantite dal sistema edificio-impianto;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche invernali

dell'involucro edilizio con relativo adeguamento alle normative inerenti il risparmio energetico degli edifici;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione dell'impianto termico, di distribuzione del calore e del trattamento della qualità dell'aria;
- indicazioni progettuali per la riduzione del fabbisogno di acqua calda sanitaria e per l'ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche;censimento dei rubinetti, degli sciacquoni e delle docce, valutazione di interventi finalizzati al ricircolo delle acque grigie per gli scarichi dei servizi igienici;
- indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche estive dell'involucro edilizio;
- indicazioni progettuali per l'integrazione del fabbisogno energetico dell'edificio attraverso il ricorso a fonti energetiche rinnovabili.

A seguito dell'analisi energetica, che può essere funzionale anche in vista della *certificazione energetica dell'edificio*, nei termini previsti dal DLGs 115/2008, si potrà capire in che modo l'energia viene utilizzata, quali sono le cause degli eventuali sprechi ed eventualmente quali interventi possono essere suggeriti.

La corretta progettazione di un intervento prevede nella **seconda fase** la predisposizione di uno studio di fattibilità, con indicazione degli interventi da svolgere e dei relativi costi, ed eventualmente un capitolato tecnico per una gara di affidamento del servizio energia, vincolando determinate scelte riferite sia alle tecnologie impiantistiche da utilizzare, sia al risparmio energetico che si vuole ottenere a seguito dell'intervento di riqualificazione.

2. *interventi di immediata attuazione*

Gli interventi non strutturali che si possono mettere in campo con un basso investimento di risorse economiche, ma che possono di contro far conseguire un buon risparmio di risorse ed il miglioramento del comfort delle strutture sportive sono:

- *interventi di risparmio idrico*: in tutte le strutture sportive sono presenti spogliatoi con docce e servizi igienici che contribuiscono al consumo di acqua calda sanitaria, intervenire su questi aspetti attraverso una razionalizzazione dei consumi permette un risparmio energetico non trascurabile; si potranno di conseguenza installare pulsanti a tempo, riduttori di flusso sulla rubinetteria dei servizi igienici e nelle docce proprio per conseguire una riduzione dell'acqua calda sanitaria utilizzata; un altri intervento che può portare al risparmio della risorsa idrica prevede, a fronte della conoscenza dei consumi della risorsa, la

predisposizione di un sistema di ricircolo e trattamento (clorazione) delle acque grigie (da lavandini e docce) da riutilizzare per gli l'alimentazione degli scarichi nei servizi igienici;

- *razionalizzazione della ventilazione degli ambienti e gestione razionale degli orari di utilizzo della struttura:* il comfort termico di una persona che svolge attività fisica in un ambiente chiuso dipende principalmente dalle sue condizioni fisiche dalla tipologia di attività svolta, ma soprattutto dalla T e dall'umidità dell'aria, assodato che i ricambi di aria comportano una perdita di calore nei mesi autunnali e invernali, sarà opportuno ridurre la ventilazione naturale casuale (apertura sistematica delle finestre) a favore di comportamenti più virtuosi; analogamente laddove non sia possibile regolare il flusso di calore fornito in funzione delle presenze e quindi del reale utilizzo delle strutture, si dovranno adottare standard di sfruttamento razionale della struttura evitando o riducendo i "tempi morti" nell'utilizzo della stessa;

- *interventi di illuminazione efficiente e ricorso all'illuminazione naturale:* spesso nelle strutture scolastiche il sistema di illuminazione presente, anche a seguito della schermatura delle superfici trasparenti esterne, non si avvale dell'illuminazione naturale; l'assenza di regolatori del flusso luminoso in funzione della presenza o meno di utenti rappresenta una fonte di uso irrazionale delle risorse.

3.2.2 Obiettivi

L'impiego di fonti energetiche rinnovabili rappresenta una azione efficace se si adottano tutte le strategie per ridurre i consumi in quanto l'energia meno cara è proprio quella che non consumiamo.
Il risparmio energetico, quindi, rappresenta una azione prioritaria rispetto all'impiego di fonti energetiche rinnovabili come quella solare e le utenze elettriche presentano dei notevoli potenziali di risparmio che possono essere ottenuti in due modi:

- modificando il comportamento dell'utenza (evitando gli sprechi);
- sostituendo apparecchiature poco efficienti con apparecchiature ad elevata efficienza che, a parità di servizio erogato, richiedono un consumo inferiore di energia.

A seguito del coinvolgimento degli utenti delle strutture esaminate, sin dalla fase preliminare, sarà possibile individuare le principali azioni finalizzate ad una maggior consapevolezza per l' utilizzo razionale dell'energia, ma anche

	delle strutture e degli spazi. Risparmi di energia considerevoli possono essere ottenuti attraverso un comportamento più consapevole da parte degli utenti e attraverso l'adozione delle cosiddette "buone pratiche" e semplici regole, che non comportano investimenti economici, consentendo di ottenere risparmi nella gestione apprezzabili, nell'ordine del 10¸ 20%. E' possibile organizzare campagne di analisi energetica su parchi edilizi, anche di consistenti dimensioni, come quelli degli enti locali; la metodologia utilizzata non risulta essere particolarmente sofisticata ed è caratterizzata da costi compatibili con quelli sostenuti per la predisposizione dei capitolati di gara per i servizi energia con progettazione di massima di interventi di riqualificazione energetica delle strutture in esame. L'obiettivo principale è la riduzione del fabbisogno energetico delle strutture sportive indoor attraverso una campagna di riqualificazione energetico-strutturale, il miglioramento degli standard qualitativi e l'individuazione delle "buone pratiche di utilizzo" da parte dell'utenza e del personale di servizio. Il conseguimento degli obiettivi sovracitati consentirà sia la riduzione delle spese di gestione, sia la realizzazione di una banca dati degli impianti sportivi contenente tutte le informazioni necessarie alla corretta valutazione degli interventi da realizzare nel tempo. Grazie alle campagne di audit energetici si potrà difatti ottenere una scheda riassuntiva per ogni edificio che fotografa la situazione attuale e le opportunità di miglioramento energetico elencate in ordine di tempo di ritorno semplice degli investimenti. Si otterrà di conseguenza una scala di priorità degli interventi che potranno essere calendarizzati anche in funzione della scadenza dei contratti di servizio calore, proprio per poter sfruttare le nuove opportunità dei contratti a rendimento energetico. Sarà così possibile per l'Amministrazione Comunale predisporre un piano pluriennale di interventi, non esclusivamente dipendenti dalle risorse economiche a disposizione dell'Ente e di conseguenza in grado di portare in minor tempo alla riqualificazione dell'intero parco di impianti e strutture sportive presenti sul territorio comunale.

3.2.3 Attuabilità nel territorio comunale

Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	L'intervento di riqualificazione delle strutture sportive di competenza dell'Amministrazione Comunale non può gravare esclusivamente sulle risorse economiche di bilancio, sicuramente insufficienti a realizzare interventi nel breve termine capaci di incidere sul totale delle strutture; è di conseguenza opportuno un adeguato coordinamento tra la Dirigenza Scolastica, le società di gestione degli impianti

sportivi e l'Amministrazione Comunale finalizzato prioritariamente all' ottimizzazione del servizio calore conseguibile grazie alle nuove tipologie di contratto indicate dal DLGs 115/2008, che risultano particolarmente indicate per il settore scolastico:

- "contratto servizio energia";
- "contratto servizio energia Plus" (che rappresenta un contratto di rendimento energetico).

La realizzazione degli interventi di riqualificazione veri e propri potrebbe, di conseguenza, essere effettuata tramite l'attivazione di un contratto di servizio energia tramite i meccanismi delle ESCO (Energy Service Company), aziende specializzate nella vendita di servizi energetici.

Il *contratto servizio energia* è un contratto che nell'osservanza di specifici requisiti e prestazioni disciplina l'erogazione dei beni e servizi necessari alla gestione ottimale e al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia.

Le principali caratteristiche di un contratto di servizio energia sono le seguenti:

- viene fornito un servizio energia nel suo complesso e non solo la manutenzione degli impianti ed il combustibile necessario;
- la ESCO esegue i lavori necessari per la messa a norma e per il funzionamento efficiente degli impianti;
- le spese per tali lavori vengono sostenute dalla ESCO che si ripaga negli anni di durata del contratto attraverso i risparmi conseguiti;
- viene realizzata la certificazione energetica dell'edificio, prima dell'avvio del contratto con l'indicazione degli interventi atti a ridurre i consumi.

Anche il *contratto servizio energia "Plus"*, che si configura come fattispecie di un contratto di rendimento energetico, deve soddisfare determinati requisiti, che si aggiungono a quelli già indicati per i contratti servizio energia. Un contratto "Plus", in particolare, deve prevedere "la riduzione dell'indice di energia primaria per la climatizzazione invernale di almeno il 10 per cento rispetto al corrispondente indice riportato sull'attestato di certificazione", *mediante* "la realizzazione degli interventi strutturali di riqualificazione energetica degli impianti o dell'involucro edilizio indicati nell'attestato di certificazione e finalizzati al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia".

Per essere qualificato come contratto servizio energia Plus, un contratto deve inoltre includere l'installazione, laddove tecnicamente possibile, "di sistemi di termoregolazione asserviti a zone aventi caratteristiche di uso ed esposizione uniformi o a singole unità immobiliari, ovvero di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente

nei singoli locali, idonei ad impedire il surriscaldamento conseguente ad apporti aggiuntivi gratuiti interni ed esterni". Il contratto servizio energia Plus può inoltre prevedere uno "strumento finanziario per i risparmi energetici" finalizzato alla realizzazione di specifici interventi volti al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia, alla riqualificazione energetica dell'involucro edilizio e alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Con questi tipi di contratto vi è un indubbio vantaggio per quanto riguarda gli aspetti di risparmio energetico; ciò è dovuto al fatto che la ditta ha interesse a minimizzare l'energia utilizzata a parità di servizio erogato.
Inoltre per l'ente questo tipo di contratto riduce le incombenze, limitandole al controllo del servizio reso.

3.2.4 Il ruolo dell'Ufficio Energia

L'**Ufficio Energia del Comune di Pesaro** cura gli aspetti tecnici e amministrativi e la predisposizione degli atti necessari allo sviluppo e all'attuazione della politica energetica del Comune svolgendo un ruolo di coordinamento tecnico nello sviluppo sostenibile del territorio comunale.

In relazione ad un intervento sul patrimonio di impianti e strutture sportive comunale, l'Ufficio Energia, una volta divenuto pienamente operativo, fungerà da raccordo tra i vari settori della P.A. coinvolti e coinvolgibili nelle diverse fasi, assolvendo al ruolo di coordinamento fin dalla fase di pianificazione e progettazione dell'intervento.
Potrà realizzare un programma di responsabilizzazione all'uso razionale delle risorse energetico-ambientali nelle strutture sportive, prevedendo che una quota dei risparmi economici, ottenuti a seguito della modifica dei comportamenti o dell'adozione di particolari protocolli, rimanga a disposizione della struttura stessa per il miglioramento dei servizi a disposizione degli utenti.
L'Ufficio Energia coordinerà gli interventi di audit energetico delle strutture, predisponendo di conseguenza la tabella degli interventi in termini di tempistica, priorità ed entità del risparmio conseguibile; ad intervento realizzato dovrà garantire il monitoraggio dei consumi energetici.

Per svolgere questi ruoli l'Ufficio Energia dovrà avere garantito il pieno accesso a tutte le informazioni sulla gestione del servizio calore e degli impianti, sulle peculiarità strutturali dell'edificio, sulla sua attuale e futura destinazione d'uso; sarà così possibile svolgere una analisi preliminare al fine di individuare le tecnologie, i materiali e le migliori tipologie di gara d'appalto attraverso cui andare a realizzare l'intervento. L' Ufficio Energia dovrà di conseguenza svolgere il ruolo di coordinamento con i soggetti esterni che si aggiudicheranno la gara d'appalto e che saranno successivamente chiamati, ad esempio, alla gestione del servizio calore della struttura su cui è stato realizzato

l'intervento.

3.2.5 Esempio di intervento applicativo

Palestra scolastica piano interrato presso edificio di Piazza del Monte/via Mazza/via Galigarie

Il sopralluogo conoscitivo effettuato presso il complesso scolastico di via del Monte ha permesso l'individuazione delle principali problematiche della palestra scolastica ubicata al piano seminterrato della struttura.
I locali sono inseriti disomogeneamente nella struttura principale, incassati tra due delle ali secondarie dell'edificio, sono in ombra nella maggior parte della giornata; è presente una di sicurezza verso l'esterno dalla quale si può raggiungere uno spazio aperto attraverso una piccola rampa di scale.

L'uso scolastico dei locali è effettuato per circa 20 ore settimanali nell'orario di lezione (8-13), nel pomeriggio/sera (15-22) la struttura è fruita da 4 società sportive cittadine accreditate con un impegno di 30 ore settimanali.
Alla palestra sono annessi locali di servizio e gli spogliatoi con servizi igienici e docce (6); le tubature sono datate ed i servizi non sono dotati di nessun accorgimento per la riduzione del consumo idrico. Il riscaldamento dei locali di servizio e la produzione di ACS sono garantite da una caldaia tradizionale a gas metano.
Il condizionamento del locale palestra avviene con 4 scambiatori di calore elettrici sistema acqua/aria collegati a dei ventilatori; gli stessi non sembrano mantenuti correttamente in quanto presentano evidenti accumuli di polvere.

L'involucro edilizio è costituito da pareti perimetrali in muratura e calcestruzzo e serramenti in alluminio senza taglio termico e vetrocamera; non risulta che sia presente uno strato di isolante termico nelle pareti verticali perimetrali.
L'impianto di illuminazione è realizzato con neon, sia nella palestra che nei locali di servizio; il contributo dell'illuminazione naturale, facendo riferimento al locale palestra, è minimo a causa delle 10 finestre a nastro, disposte orizzontalmente lungo i due lati lunghi dei locali palestra (ciascuna finestra ha dimensioni 1 x 3 metri), che sono oscurate .
La particolare esposizione della struttura, che risente dell'ombreggiamento delle ali del plesso scolastico, garantiva già una ridotta penetrazione della luce naturale nei locali, la scelta tecnica sulle superfici trasparenti è di conseguenza estremamente penalizzante perché riduce ulteriormente l'apporto gratuito della luce naturale.
Un'altra problematica legata alle superfici finestrate è che le stesse hanno apertura manuale tramite manovella, i ricambi di aria risultano assolutamente casuali e nella stagione invernale, specialmente al di fuori dell'orario scolastico sono causa di dispersione termica.

Risultano evidenti problematiche legate alla presenza di ponti termici, al deterioramento della copertura che favorisce le infiltrazioni di acqua piovana, alla forte umidità che si è manifestata con macchie e muffe sul lato destro della struttura, all'assenza nei pressi dell'uscita di sicurezza (che è ai piedi di una scalinata) di un sistema di raccolta e scarico delle acque piovane, che spesso si sono infiltrate attraverso la porta di sicurezza stessa allagando il locale palestra.

Alla luce della tipologia di problematiche individuate, delle ridotte prestazioni energetiche riscontrate nel periodo di esercizio testimoniate dagli alti consumi e considerando le situazioni di discomfort termico e luminoso verificate tramite sopralluogo diretto, l'obiettivo principale della consulenza è quello di suggerire gli interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica della struttura nell'ottica di un futuro intervento di ristrutturazione integrale per l'adeguamento in sicurezza delle strutture edili ed impiantistiche dell'edificio. La particolare conformazione del complesso scolastico e l'ubicazione dei locali dedicati all'attività sportiva precludono il ricorso alla fonte rinnovabile solare termica e fotovoltaica sulla copertura piana della palestra seminterrata, proprio perché la stessa è in una zona d'ombra. Diversamente si potrà sfruttare la copertura a falda del complesso scolastico orientata a Sud, che presenta le giuste caratteristiche di insolazione, assenza di ombre ed esposizione. L'inefficiente sistema di regolazione della temperatura e dell'umidità nella palestra che comporta l'apertura delle finestre da parte del personale nel periodo invernale , suggerisce la possibilità di predisporre sistemi di termoregolazione e ricambio d'aria più efficienti ricorrendo alla ventilazione meccanica con recupero del calore, controllo dell'umidità dell'aria e purificazione della stessa.

1) Sostituzione impianto riscaldamento locali palestra e adozione sistema trattamento aria: la tecnologia attualmente in uso (4 scambiatori di calore acqua/aria) ed il sistema di distribuzione (ventilatori posti sul retro degli scambiatori, difficilmente mantenibili) ad essa associato, risultano obsoleti, non garantiscono un adeguato comfort ambientale, risultando anzi veicolo di diffusione delle polveri e sono conseguentemente inefficaci al miglioramento della qualità dell'aria e della salubrità dei locali stessi. Contestualmente il sistema di ricambio dell'aria effettuato attraverso l'apertura manuale e non programmata delle finestre a nastro, risulta energeticamente inefficiente. Si suggerisce pertanto la dismissione degli impianti attualmente in uso a favore di un impianto che garantisca anche il trattamento dell'aria, l'espulsione delle sostanze nocive e il controllo dell'umidità.

La tecnologia individuata per soddisfare le diverse esigenze testé descritte è una **unità monoblocco (tipo Roof Top) a pompa di calore**, dotata di sonda a CO_2 per il monitoraggio della qualità dell'aria, di recuperatore di calore stati-

co e possibilità di telecontrollo. In funzione della stagione, delle temperature e dell'affluenza può essere necessario raffreddare o riscaldare il locale. A seconda della richiesta, l'unità andrà a funzionare in modalità raffreddamento in maniera autonoma, deumidificazione o pompa di calore.

La quantità di aria trattata viene calibrata in funzione del grado di affollamento e quindi del numero di persone presenti, valore rilevato da una sonda CO_2 ed elaborato dal controllore. L'aria esterna utilizzata nella miscela viene preriscaldata o preraffreddata utilizzando un recuperatore energetico statico, grazie al quale è possibile ridurre sensibilmente i costi energetici legati al trattamento dell'aria esterna. Partendo dalla considerazione che trattare tutta aria esterna potrebbe essere sufficiente, ma estremamente oneroso, viene effettuata una miscela, con percentuali variabili, tra l'aria esterna e quella di ripresa dall'ambiente.
A garanzia della qualità dell'aria nel locale, ne viene aspirata costantemente una parte dall'esterno. Le sezioni filtranti sull'aria in ingresso e la sonda CO_2, permettono di ottenere ottime qualità dell'aria trattata, anche in presenza di ambienti particolarmente affollati e quindi ad alte percentuali di contaminanti.

Nelle normali unità di condizionamento, il raffreddamento o il riscaldamento dei locali viene fornito da un circuito frigorifero nel quale viene utilizzata energia elettrica per alimentare i relativi compressori e ventilatori. Nelle mezze stagioni, nel periodo invernale con alta affluenza nei locali o in quello estivo durante le ore più fresche della giornata, le condizioni climatiche esterne potrebbero avere le stesse condizioni termoigrometriche richieste nei locali. Tali condizioni esterne, opportunamente utilizzate, possono consentire di ottenere all'interno della palestra le condizioni di progetto mantenendo in funzione i soli ventilatori. Fermare i compressori frigoriferi permette di ridurre drasticamente i consumi elettrici e di conseguenza di ottenere un notevole risparmio economico. In particolare, se l'aria esterna è più fresca dell'ambiente interno, è possibile raffrescare il locale immettendo direttamente l'aria esterna, opportunamente filtrata, senza l'uso della sezione frigorifera (Free-Cooling). Analogamente si può provvedere al riscaldamento dei locali quando le condizioni dell'aria esterna o rendono possibile (Free-Heating). In entrambi i casi, le modalità vengono attivate automaticamente dal controllore elettronico a bordo unità che interviene per mantenere l'unità nelle condizioni di migliore efficienza e minimizzare il costo di gestione del sistema.

Dovendo trattare alte portate d'aria esterna, la presenza di un recuperatore di calore aria/aria statico a piastre, produce un effettivo risparmio economico nella gestione, oltre a garantire l'adeguamento al D.P.R. 412: "Regolamento sulle norme di progettazione ai fini del risparmio energetico".
Il recuperatore statico è uno scambiatore di calore senza parti in movimento, con un'altissima affidabilità e sicurezza

di funzionamento. Nel recuperatore è possibile trasferire calore tra la parte d'aria ripresa dall'ambiente espulsa e l'aria esterna senza alcuna possibilità di contaminazione reciproca e in forma totalmente gratuita, non essendo necessaria, per il suo funzionamento, alcuna fonte energetica.
L'aria esterna in uscita dal recuperatore e l'aria di ripresa, formano il flusso che verrà inviato all'ambiente dopo il trattamento finale effettuato dalla batteria di trattamento del circuito frigorifero.
All'interno del recuperatore, i flussi incrociati di aria esterna e di ripresa, permettono il recupero di energia termica in maniera tanto più significativa quanto maggiore è la differenza di temperatura tra i due flussi, con rendimenti fino al 75%.

Per particolari esigenze può essere necessario correggere il valore dell'umidità in ambiente in maniera separata dalla temperatura. Per queste esigenze, prima dell'immissione in ambiente, l'aria deumidificata e quindi fortemente raffreddata viene fatta passare attraverso una batteria di post riscaldamento (optional) all'interno della quale circola parte del gas di condensazione del circuito frigo. Gratuitamente quindi l'aria deumidificata viene riscaldata garantendo un elevato livello di comfort con un basso costo energetico. L'unità può essere accessoriata con umidificatore diretto a vapore in modo da mantenere un controllo continuo delle condizioni di umidità interne anche nelle stagioni invernali. La quantità del vapore verrà regolata tramite un controllo continuo in funzione delle reali necessità dell'impianto.

La correlazione tra comfort e redditività è particolarmente palese in un sistema di ricambio d'aria controllato; evitare dispersioni dovute all'aerazione tramite apertura manuale delle finestre e utilizzare uno scambiatore di calore aiuta ad ottenere miglioramenti energetici significativi con costi aggiuntivi medio bassi ed è, dopo l'isolamento termico, il provvedimento più importante in termini di efficienza energetica.

2) interventi sull'involucro edilizio: a seguito del sopralluogo effettuato si sono riscontrate una serie di problematiche che fanno presumere la necessità di un intervento strutturale di riqualificazione dell'involucro edilizio; in particolare l'attuale corpo di fabbrica della palestra denota ammaloramenti della parti in calcestruzzo, determinati soprattutto per effetti del ruscellamento delle acque piovane oltre alle infiltrazioni indotte dal deterioramento dell'impermeabilizzazione della copertura non protetta.
La zona dell'uscita di sicurezza dovrà essere completamente riqualificata, con la realizzazione delle opportune opere di raccolta e canalizzazione delle acqua piovane.
L'intervento dovrà anche risolvere le problematiche legate al deterioramento della copertura il cui manto impermeabilizzante è in condizioni precarie, ciò è la principale causa delle infiltrazioni e della formazione di condensa e muffe.

Inoltre durante la stagione invernale, attraverso le superfici vetrate della palestra vi è una notevole dispersione di calore; sarà possibile ridurla in maniera consistente installando finestre dotate di doppi vetri e attraversala sostituzione dei telai in alluminio. Grazie al ricorso al sistema di ventilazione meccanica precedentemente illustrato, l'intervento di sostituzione delle superfici trasparenti e dei telai in alluminio potrà essere fatto anche prevedendo di bloccare le finestre (non si potranno aprire), rimovendo di conseguenza il sistema manuale di apertura. Questo consentirà il ricorso a telai con migliori caratteristiche di inerzia termica ed eviterà i problemi legati alle infiltrazioni (dovute all'attuale bassa impermeabilizzazione delle finestre e dei telai).

*3) sistema di illuminazione :*approfittando della sostituzione delle superfici trasparenti si dovranno privilegiare soluzioni che non ostacolino la filtrazione della luce, consentendo di sfruttare il contributo gratuito naturale, a seguito di tale operazione sarà possibile valutare la necessità di corpi illuminanti per garantire un aderito livello di illuminazione durante tutti gli orari di utilizzo della struttura.
In occasione di interventi di manutenzione straordinaria dell'impianto elettrico va prevista la parzializzazione del sistema di illuminazione dei singoli locali, attraverso l'installazione di sensori di presenza negli spogliatoi, nei bagni e negli uffici.

*4)riduzione consumi idrici e acqua calda sanitaria:*per ridurre il consumo di acqua potabile dell'intero plesso scolastico, può essere previsto un sistema di recupero delle acque piovane attraverso la predisposizione di una rete duale con esterna di accumulo (che potrà essere agevolmente interrata nel cortile esterno, dove c'è uno spazio verde) per l'alimentazione degli scarichi dei wc, della pulizia e manutenzione delle pavimentazioni esterne e la gestione degli spazi verdi. Se si volesse limitare l'intervento esclusivamente alla palestra ed ai locali di servizio annessi sarà possibile prevedere un sistema di recupero delle acque grigie di docce e lavandini, opportunamente convogliate ad un serbatoio di accumulo e trattamento, per poi essere utilizzate negli scarichi dei servizi igienici. Un altro intervento che consentirà di risparmiare la risorsa idrica prevede l'utilizzo nei servizi igienici di sciacquoni a doppia erogazione (7-12 litri/a cacciata).
Una stima approssimativa dei consumi idrici effettuata in funzione dell'attuale sfruttamento dei locali e della tipologia di impianti presenti, vede un a utilizzo di acqua potabile per docce e lavandini di 40 m^3/mensili e per gli scarichi dei vasi, di 25 m^3/mensili. Risulta pertanto conveniente un sistema di raccolta delle acque reflue provenienti dai lavandini e dalle docce per l'alimentazione degli sciacquoni, previa semplice filtrazione ed una limitata clorazione; sarà di conseguenza possibile minimizzare il volume della cisterna interrata di accumulo garantendo il costante e rapido ricambio dell'acqua ivi raccolta. Il sistema dovrà essere dotato di :

- una pompa autopescante multistadio in acciaio inox anticorrosivo, completa di regolatore di portata e di pressione e allarme di funzionamento a secco;
- filtro per la ritenzione delle impurità provenienti da docce e lavandini, posizionato in un punto facilmente raggiungibile, con allarme filtro intasato;
- valvola di ritenuta su aspirazione e troppo pieno.

Per la riduzione dei consumi di acqua calda sanitaria si prospettano due interventi.
Vanno innanzitutto previsti dispositivi di risparmio idrico come riduttori di flusso e comandi a scatto sia nella rubinetteria dei lavandini, sia nella rubinetteria dei vani doccia, così da contribuire anche ad una riduzione dei consumi energetici per la produzione di acqua calda sanitaria. Il limite di erogazione massima ottenibile da ciascun elemento non dovrà superare i 4litri al minuto.
Essendo inoltre l'acqua calda sanitaria gestita dalla centrale termica (che è esterna alla struttura e posizionata internamente al plesso scolastico), mediante un serbatoio di accumulo, si suggerisce di valutare la possibilità di installare un impianto termico solare sulla copertura del plesso sovrastante la palestra, esposto a sud, con tetto inclinato. La superficie a disposizione sulla copertura individuata è sicuramente sufficiente a supportare il sistema esistente, consentendo il preriscaldamento di tutta l'acqua contenuta nel serbatoio di accumulo della caldaia.

5) ottimizzazione della gestione dei locali: a seguito della particolare gestione dei locali (uso scolastico +uso società sportive), si ritiene necessaria la ridefinizione degli orari di riscaldamento in funzione dell'effettivo utilizzo delle strutture, sviluppando una opportuna modalità di comunicazione tra le utenze e chi gestisce il servizio calore della struttura, anche introducendo un sistema di telecontrollo e telegestione. Le tecnologie indicate per il riscaldamento del locale palestra sono perfettamente compatibili con questa necessità.

3.2.6 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

Gli indicatori di riferimento che verranno individuati sono funzionali al fabbisogno di energia primaria FEP dell'edificio espresso in kWh/m^2 annuo, come previsto dal DLGs 192/2005.

3.3 PUBBLICA ILLUMINAZIONE

3.3.1 La tecnologia

Attraverso il PEAC, si è messo sotto osservazione il sistema della pubblica illuminazione (PI) sul territorio comunale di riferimento. L'analisi effettuata in questa sezione nella scheda si focalizza sulle principali tecnologie attualmente utilizzata nell'illuminazione delle strade urbane di competenza, ed introduce la tecnologia delle lampade ad ottica LED. L'obiettivo che ci si è posti, attraverso la realizzazione della scheda tematica, è quello di fornire all'Amministrazione Comunale le indicazioni sulle tecnologie e gli interventi virtuosi finalizzati al conseguimento della massima efficienza della pubblica illuminazione stradale, così da garantire i livelli di sicurezza e gli standard di prestazione richiesti dalla normativa vigente.

Lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione**:** appartengono alla famiglia delle lampade a scarica in gas; sono costituite da un'ampolla esterna in vetro o plastica e da un tubo di quarzo nel quale avviene la scarica. All'interno del tubo troviamo i vapori di mercurio ad alta pressione che, eccitati dalla scarica, emettono luce ultravioletta grazie al fenomeno del decadimento energetico degli elettroni. Tale radiazione luminosa viene convertita in luce visibile dalle polveri fotosensibili con le quali è rivestita l'ampolla esterna. La *tonalità di luce* emessa è tipicamente bianca, corrispondente a temperature di colore dell'ordine dei 2900 – 4200°K. Il pieno flusso luminoso viene raggiunto in queste lampade dopo circa 5 minuti dall'accensione,

mentre dopo ogni spegnimento occorre attendere 3 o 4 minuti per la riaccensione, dal momento che a caldo la tensione di innesco è superiore a quella nominale. Possono funzionare al 50% del flusso luminoso totale, purché l'accensione avvenga alla piena potenza. A differenza delle lampade a incandescenza dove il carico elettrico è puramente resistivo, quelle ai vapori di mercurio, come anche tutte le altre lampade a scarica in gas, causano uno sfasamento tra tensione e corrente di un fattore che varia da 0,5 a 0,7. Per i valori più bassi occorre quindi operare un rifasamento della linea inserendo in parallelo dei condensatori. Le Società dei distributori di energia elettrica non tollerano fattori di sfasamento al di sotto di 0,8 (corrispondenti ad angoli di sfasamento piccoli) perché causano un impiego eccessivo della potenza installata. Le lampade al mercurio possono dare inoltre luogo a radiodisturbi, tendenza che va corretta con il collegamento di condensatori alla linea. Hanno una *vita media* di 10.000 ore, ed un *efficienza luminosa media* compresa tra 47 e 55 lm/W, tra le più basse in assoluto; il parco luci comunale è caratterizzato da una consistente presenza di questa tecnologia; le lampade da 125W di potenza sono le più diffuse.

Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione: fanno parte anch'esse delle lampade a scarica in gas. Sono costituite da un'ampolla in vetro al cui interno troviamo due elettrodi tra i quali scocca la scarica. L'ampolla è riempita di sodio e di altri gas inerti quali argon e neon. All'accensione della lampada la scarica è guidata dal neon, poi raggiunto lo stato di regime la lampada funziona tramite il sodio. La differenza rispetto alle altre lampade al sodio è la pressione di funzionamento, che in queste lampade arriva anche a 90 KPa. Questo comporta, fra l'altro, dimensioni ridotte rispetto alle lampade al sodio a bassa pressione. Hanno una *tonalità di luce* prevalentemente calda, con colori tra il rosa e l'arancio (< 3300°K), e sono caratterizzate da una buona resa dei colori. Richiedono circa 5 minuti per accendersi ed arrivare a temperatura di regime, mentre per la riaccensione in caso di spegnimento occorrono anche 10 minuti. Il problema è facilmente risolvibile installando appositi alimentatori o accenditori sull'apparecchio. Anche qui è possibile regolare il flusso luminoso emesso, che può arrivare al 55% del flusso nominale. Hanno un'*efficienza luminosa media* tra le più alte, pari a circa 110 lm/W(ma con picchi di 150 lm/W), ed una *vita media* di circa 12.000 ore che supera quella delle lampade ai vapori di mercurio. Ne esistono in commercio vari tipi, differenti per caratteristiche di efficienza e di resa del colore, oltre che per la potenza nominale.

Lampade ad ottica LED: sono caratterizzate da una elevata *affidabilità*, *durata* e *regolabilità.* Sono affidabili perché garantiscono il funzionamento del lampione anche in caso di rottura/spegnimento di uno o più LED singoli. Sono durevoli in quanto presentano la più alta *vita media* tra le lampade esistenti per uso stradale e non: circa 100.000

	ore di funzionamento continuo. Sono inoltre completamente regolabili in termini di flusso luminoso emesso, proprio per il fatto che sono composte da diodi. Emettono luce di tipo bianco o bianchissimo, garantendo una buona resa dei colori, caratteristica che le rende adatte all' illuminazione di aree sensibili come i centri storici. Il flusso luminoso emesso è inoltre fortemente direzionale, per cui non consente sprechi di energia. I lampioni in questione possono essere anche svincolati dalla tensione di rete (alternata) ed alimentati con una tensione continua di 12 o 24 V, che rende gli apparecchi intrinsecamente sicuri. Esigono una temperatura di esercizio costante entro le specifiche progettuali della lampada, pena la variazione anche consistente delle caratteristiche di durata. Per questo sono spesso affiancate da dispositivi che, oltre ad assolvere la funzione di *dimmer* (regolatore), provvedono a mantenere una temperatura di esercizio stabile, garantendo la durata effettiva dei LED. Hanno un' *efficienza luminosa* superiore alle lampade al mercurio e paragonabile (anche se in media leggermente inferiore) a quella delle lampade al sodio. Tali lampade non hanno inoltre tempi di accensione e di riaccensione in quanto la loro messa a regime avviene in maniera istantanea.
Stato dell'arte	Il settore della Pubblica Illuminazione coinvolge una serie di aspetti relativi ad ambiti anche profondamente diversi tra loro, ma che vale la pena considerare: ➢ perdite energetiche dovute alla bassa efficienza degli impianti; ➢ oneri di manutenzione; ➢ oneri di smaltimento impianti in disuso; ➢ esigenza di una copertura del territorio sufficiente a garantire la sicurezza dei cittadini; ➢ esigenza di proteggere l'osservazione del cielo da un illuminazione invasiva; ➢ esigenza di aumentare la vivibilità notturna delle aree interessate, specialmente nelle località turistiche. Vediamo più in dettaglio le problematiche legate a ciascuno dei sei punti sopra riportati. ➢ Il problema dell'efficienza energetica degli impianti di illuminazione installati è cruciale, in quanto una pianificazione e un'installazione non ragionata del parco luce possono portare il Comune a dover sostenere dei costi enormemente superiori rispetto ad una situazione rispondente alle normative vigenti. Costi che, come sarà ripetuto nel corso della trattazione, visto lo stato dell'arte della tecnologia odierna per l'illuminazione, possono essere nella maggioranza dei casi ridotti considerevolmente. Un uso più razionale delle risorse energetiche ha inoltre un duplice risultato positivo : fa l'interesse degli utenti, che pagano una bolletta meno cara, e rende il Comune più indipendente dal punto di vista energetico (riducendo tra l'altro il consumo di

combustibili per la produzione di energia), permettendo di inquinare di meno. Parlando di efficienza dell'impianto non si può non considerare la qualità dell'installazione dello stesso, visto che, ad esempio, lampade conformi alla normativa, ma installate in maniera errata, disperdono comunque flusso verso l'alto, costituendo un "fattore di inefficienza".

- La manutenzione periodica degli apparecchi costituisce, considerando l'intera vita dell'impianto, una parte importante del costo totale dell'opera. Va da sé dunque che va ridotta al minimo indispensabile. Questo però e possibile solo raggiungendo un determinato livello di efficienza dell'impianto di illuminazione, e, non meno importante, dell'impianto di regolazione del flusso luminoso(dove presente).
- Molto spesso viene sottostimato il problema dello smaltimento degli impianti al termine della loro vita utile. In realtà la quasi totalità degli apparecchi utilizzati nella pubblica illuminazione (lampade, vetri, pali da sostituire, supporti…) va adeguatamente smaltita per minimizzarne l'impatto ambientale, spesso tramite processi differenziati per tipologia e per costo; è questo il caso del mercurio contenuto nelle lampade. Questo, essendo considerato dalla normativa un rifiuto speciale, necessita di uno smaltimento differente dagli altri materiali, dove differente significa anche (e soprattutto) più costoso.
- Compito della pubblica illuminazione è anche quello di garantire un sufficiente livello di sicurezza sul territorio del comune. Per sicurezza si intende sia quella di tipo *stradale*, che implica adeguati livelli di luminanza in conformità con quanto prescritto dalle norme, sia quella di tipo *sociale*. Non è cosa nuova infatti che le attività criminose notturne si concentrino nelle zone meno illuminate e, di conseguenza, meno frequentate. Dovere del comune è dunque quello di provvedere ad un'illuminazione *efficace*, oltre che efficiente, del territorio.
- Il cielo notturno è considerato patrimonio pubblico, e, dal momento che un'illuminazione pubblica(la privata incide in quantità minima) mal regolata o addirittura non regolata ne impedisce una chiara visione, la legge ne prescrive la protezione. E' questo un problema che interessa tanto le aree industriali quanto quelle residenziali, sia delle grandi città che di quelle con un più modesto numero di abitanti.
- Considerazioni di buon senso indicano che una pubblica illuminazione che valorizzi il territorio interessato contribuisce in maniera importante allo sviluppo e al rinvigorimento dell'attività turistica della zona. Oltre alle già viste considerazioni di cui al punto *d*, va detto che illuminare un sito in maniera studiata e mirata, oltre che corretta, offre spunti paesaggistici e percorsi luminosi suggestivi tanto per il cittadino quanto per il turista.

Analizzando il dato fornito dalla Multiservizi, si è individua-

	to il consumo annuale di energia elettrica del sistema di illuminazione per l'anno 2007: pari a circa 9.000.000 kWh, corrispondente al 2.3% del consumo elettrico del Comune di Pesaro e al 6% del consumo elettrico del settore terziario.

Lampade ai vapori di sodio	**7.292**
Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico	**817**
Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore al quarzo	**123**
Lampade fluorescenti tubolari e compatte	**1.021**
Lampade al mercurio ad alta pressione	**5.476**
potenza 400 w	39
potenza 250 w	295
potenza 125 w	5.061
potenza 80 w	81

L'attuale parco luce del Comune è costituito da 15.931 punti luce, il 70% degli apparecchi installati è rappresentato da apparecchi per illuminazione stradale (10.171 unità).

Caratteristiche tecniche	L'impiego dei LED nella PI si sta diffondendo solo negli ultimi anni, grazie anche ai progressi fatti dalla tecnologia in questo settore. Ad oggi sono noti i vantaggi che questa tecnologia offre in tutti i campi nei quali è utilizzata: rappresentano una soluzione *ecologica*, in quanto nella produzione dei LED non vengono utilizzati metalli pesanti; rappresentano una soluzione per la *gestione*, in quanto è possibile controllare totalmente il flusso luminoso, ottenendo come risultato una riduzione degli sprechi ed una maggiore efficienza dell'impianto; rappresentano una soluzione *ergonomica*, poiché il flusso può essere diretto esclusivamente dove serve, senza dispersioni di luce ed energia, e con il notevole vantaggio che l'inefficienza di un componente non comporta lo spegnimento dell'intero impianto (le lampade a LED sono infatti composte da elementi illuminanti indipendenti). Economicamente parlando, considerando un costo di impianto che prevede la posa, gli apparecchi, la manutenzione e il costo energetico dello stesso, ad un investimento iniziale sensibilmente più alto rispetto ad un'installazione tradizionale si contrappone un notevole risparmio sul lungo periodo, considerata la vita notevolmente più lunga di questa soluzione, e l' evidente convenienza dal punto di vista dei consumi. L'idea di legare i LED alla pubblica illuminazione deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo, e in particolar modo dall'affermarsi della teoria sulla visibilità con luce bianca, basata sul presupposto che a seconda del livello di luminanza (cd/mq) medio utilizziamo o meno tutti gli apparati recettivi di cui il nostro occhio è dotato. In particolare, gli studi affermano che bisogna privilegiare le sorgenti con emissione spettrale localizzata prevalentemente nella banda del blu. In quest' ottica, le lampade che

presentano una miglior performance sono i LED, che hanno la temperatura di colore più alta, mentre sono meno adatte le lampade al sodio, che emettono prevalentemente luce calda. Un' illuminazione stradale basata su sorgenti a LED permetterebbe dunque di abbassare i livelli di luminanza medi, e contemporaneamente di migliorare i tempi di reazione all'imprevisto.

3.3.2 Obiettivi

Conseguire la massima efficienza della pubblica illuminazione stradale al fine di garantire i livelli di sicurezza e gli standard di prestazione richiesti dalla normativa vigente. L'azione si propone di indicare una strada per ottenere al contempo elevati risparmi economici, energetici ed una forte riduzione delle emissioni di gas climalteranti. Sono di seguito elencate e approfondite alcune delle possibili soluzioni adottabili per ridurre l'importo della bolletta elettrica comunale alla voce *Pubblica illuminazione*, e per conseguire un più razionale utilizzo dell'energia a propria disposizione, la scheda analizzerà nel dettaglio la situazione della pubblica illuminazione stradale su palo.

Gli interventi realizzabili sui pali dell'illuminazione stradale possono essere suddivisi in 4 step:

1) Sostituzione di componenti e sistemi con altri più efficienti, rispettando i criteri di sostituzione individuati precedentemente:

- √ al fine di conseguire gli obiettivi di messa a norma del punto luce, nel caso in cui all' ottica installata siano associati elevati valori di dispersione ed inquinamento luminoso.
- √ adottando la migliore tecnologia ottica, in caso di sostituzione per fine ciclo vitale di un punto luce ad ottica a vapori di mercurio.

2) Adozione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce finalizzato al risparmio energetico ed alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

3) Installazione di sistemi di telecontrollo e di gestione energetica della rete di illuminazione.

4) Riduzione dei punti luce laddove risulti eccessivo il livello di illuminazione raggiunto a seguito degli interventi di riqualificazione effettuati.

3.3.3 Attuabilità nel territorio comunale

	Gran parte del territorio in esame è costituito da zone a carattere prevalentemente agricolo, nelle quali è presente solo una piccola parte degli apparecchi sopra elencati, perlopiù in corrispondenza di piccoli centri urbani. La quasi totalità dei punti luce è invece installata nelle aree a carattere residenziale e turistico della città di Pesaro, e lungo le strade di collegamento principali come la Strada della Romagna, la Via delle Regioni, e la Via Flaminia. L'analisi effettuata nella presente scheda, prevede un intervento esclusivamente sul servizio di illuminazione stradale erogata attraverso i 10.171 punti precedentemente individuati. Nello specifico si sono analizzati le 5061 lampade al mercurio ad alta pressione da 125 W. Si suggerisce inoltre di effettuare interventi pilota come ha recentemente fatto il Comune di San Benedetto del Tronto (AP), sperimentando la tecnologia a LED su alcune strade comunali, al fine di valutare anche il gradimento della popolazione. Questo intervento pilota può consentire all' Amministrazione Comunale di testare le nuove tecnologie, suggerite nella presente azione, in vista anche di una revisione della prossima formula di gara di appalto del servizio di PI e manutenzione. Considerando le nuove lottizzazioni, ancora prima di progettare l'ammodernamento e la messa a norma delle zone preesistenti, è prioritario che l'illuminazione delle nuove aree nasca già energeticamente efficiente e soprattutto a norma, in base alla classe di appartenenza della strada ed alla normativa vigente .
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Si ritiene che la strategia individuata consentirà di ottenere, nel minor tempo possibile una riduzione dei costi legati alla PI, un aumento della sicurezza legata ad un miglior uso della PI ed alla limitazione dell' inquinamento luminoso associato alla PI. **Sostituzione di componenti e sistemi con altri più efficienti:** al fine di raggiungere l'obiettivo di messa a norma del sistema di illuminazione stradale, si devono individuare delle priorità di sostituzione di tipo fotometrico (inutile dispersione del flusso luminoso), meccanico (armature ad ottiche aperte, funi tesate, pali in cemento), e di efficienza delle lampade (oltre a durata, resa del colore, difficoltà di smaltimento nel caso di componenti come il mercurio); chiaramente, quando le priorità elencate coincidono, la convenienza dell'intervento aumenta notevolmente. **Lampade.** La prima forma di risparmio possibile nel campo dell'illuminazione pubblica riguarda la sostituzione delle lampade inefficienti con tipologie più efficienti; fanno ecce-

zione le aree sensibili e centri storici, dove il tipo di illuminazione è parte integrante del monumento o dell'arredo urbano ed è necessario tenere conto anche di parametri estetici. Lo studio preliminare della fattibilità dell'azione è stato realizzato sulla tipologia di pali stradali dotati di lampade a scarica a vapori di mercurio.
Questa tipologia di lampade risulta attualmente installata negli impianti di pubblica illuminazione su oltre 5000 pali di PI stradale. Le caratteristiche tecniche delle lampade a scarica sono state messe a confronto nelle tabelle seguenti con le due delle migliori tecnologie attualmente presenti sul mercato, le lampade a vapori di sodio ad alta pressione e le lampade ad ottica LED.

Armature. La scelta dell'apparecchio che deve riflettere e diffondere la luce emessa dalla singola lampada è basilare: consente di ridurre il numero di punti luce e di avere una distribuzione omogenea del flusso luminoso.
L'indicatore è l'emissione di flusso luminoso nell'emisfero superiore; la normativa prevede l'utilizzo di armature "cut-off", in grado di rivolgere il flusso luminoso integralmente verso il basso. Le armature "cut-off", insieme ad una attenta progettazione, consentono di ridurre il numero dei punti luce: con l'attuale sviluppo tecnologico delle armature è possibile arrivare infatti a valori di interdistanza pari a 5 volte l'altezza e oltre. Diventa fondamentale, per non vanificare gli sforzi di un'accurata progettazione e per rispettare le varie leggi regionali, la correttezza dell'installazione delle armature.
Nel caso di impianti vetusti la sostituzione delle lampade a bassa efficienza si accompagna in maniera ottimale alla sostituzione delle armature esistenti (ad esempio, lampade ai vapori di mercurio installate su armature ad ottica aperta). In questi ultimi casi a risparmi energetici di circa il 40% si accompagnano anche valori di illuminamento misurabili a terra molto superiori a quelli pre - intervento. Tutti gli apparecchi ad ottica aperta ("gonnelle") o ad ottica chiusa come i globi devono essere sostituiti: disperdono una percentuale vicina al 50% del flusso luminoso verso l'alto.
Il montaggio di riflettori è un'operazione meno invasiva della precedente, ma che può far risparmiare in maniera altrettanto consistente. Il montaggio di deviatori di flusso luminoso (riflettori) consente infatti il reindirizzamento verso il basso del flusso che andrebbe altrimenti perso, aumentando così il livello di luminanza complessivo della zona interessata. Il risparmio energetico offerto da questa soluzione non va inteso tanto in termini di riduzione del consumo della lampada, visto che l'apparecchio rimane sempre lo stesso, quanto in termini di possibilità di spegnere dei punti luce grazie al recupero del flusso; l'effettiva riduzione dei consumi avviene di conseguenza.

Alimentatori. L'alimentatore tradizionale è quello elettromagnetico o induttivo. L'alimentatore elettronico, di più

recente concezione, consente un funzionamento più economico, poiché necessita di un assorbimento di potenza del sistema decisamente minore a parità di illuminazione. Inoltre con l'alimentatore di tipo elettronico, grazie ad una tensione di innesco interna, l'impiego dello starter diviene superfluo; non è poi necessario alcun rifasamento, poiché il fattore di potenza è già superiore a 0,95. Le perdite presenti nei tradizionali alimentatori elettromagnetici vengono quindi abbattute, con conseguente riduzione di circa il 10% dei consumi energetici. Gli alimentatori elettronici sono costituiti da un unico dispositivo che gestisce anche l'accensione della lampada e il rifasamento del carico: in sostanza l'installazione di un alimentatore elettronico consente la completa rimozione degli ausiliari attualmente presenti nel corpo illuminante (accenditore, condensatore e alimentatore).

Adozione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce finalizzato al risparmio energetico ed alla riduzione dell'inquinamento luminoso : una forma molto promettente di risparmio energetico è quella legata agli interventi a monte della lampada. I dispositivi di riduzione di flusso consentono risparmi energetici ragguardevoli; il loro impiego è in parte ostacolato dalle prescrizioni della norma UNI 10439, soprattutto in assenza di un piano urbano di illuminazione o di un'azione concordata con il settore viabilità e traffico del Comune. Le riduzioni di consumi conseguibili, tenendo conto delle citate limitazioni, è nell'ordine del 15-20%. I regolatori di flusso luminoso sono apparecchiature di tipo centralizzato. Si basano sul principio della stabilizzazione della tensione di alimentazione delle lampade durante le ore "serali", allo scopo di ridurre il maggior consumo di energia causato dall'aumento della tensione di alimentazione (sovratensioni notturne) delle lampade stesse. Durante le ore notturne infatti, attraverso opportune regolazioni, l'apparecchiatura abbassa la tensione di lavoro delle lampade e, conseguentemente, riduce l'energia consumata. L'impiego del regolatore di flusso, grazie al minore stress delle lampade, consente anche l'allungamento della vita della lampade e di conseguenza minori costi di manutenzione. Presenta facilità e rapidità di installazione grazie al fatto che l'apparecchiatura viene collegata a monte di una intera linea di pubblica illuminazione, coinvolgendo decine di lampade. Per contro, non consentono di ridurre il flusso delle lampade in maniera differenziata (incrocio pericoloso, via principale, pista ciclabile, ecc.) distinguendo tra lampade dello stesso circuito. Per quanto attiene l'analisi costi/benefici, in presenza di linee con pochi punti luce il tempo di ammortamento risulta troppo elevato a causa dei costi dell'apparecchiatura; inoltre, in presenza di linee lunghe con cadute di tensioni più accentuate, non è possibile abbassare eccessivamente la tensione di lavoro "notturna" poiché si rischierebbe lo spegnimento delle lampade poste alla fine della linea; infine, in presenza di una linea con lampade di tipologia diversa, il risparmio conseguibile è

inferiore a causa delle differenziazione delle tensioni minime. Gli alimentatori elettronici di ultima generazione (già citati sopra) sono apparecchiature di tipo puntuale. Gestiscono anche la funzione “dimmer”: nelle ore notturne provvedono a diminuire la potenza di lavoro e il flusso luminoso delle lampade, consentendo un risparmio globale di circa un terzo rispetto alla situazione tradizionale. L’alimentatore elettronico viene installato in ogni singola armatura, a differenza del regolatore di flusso, che invece gestisce un gruppo di lampade. Questa soluzione presenta maggiori costi di installazione, ma anche decisi vantaggi: al contrario di un regolatore di flusso, l’alimentatore elettronico elimina anche le perdite degli alimentatori ferromagnetici; è poi possibile differenziare la riduzione per ogni singolo punto luce in modo da rispettare i requisiti di ogni strada in maniera autonoma.

Installazione di sistemi di telecontrollo e di gestione energetica della rete di illuminazione : i sistemi di telecontrollo e gestione energetica della rete di illuminazione pubblica permettono di supervisionare in maniera puntuale e aggiornata lo stato di funzionalità dei componenti degli impianti. Il telecontrollo può essere al quadro o punto-punto. Il primo consente di misurare i valori dell’utenza, ovvero l’energia attiva e l’energia reattiva complessive; tale sistema, più economico, consente solo di individuare eventuali anomalie (punti luce spenti) che successivamente dovranno essere localizzate da una squadra di tecnici. Il secondo invece consente una migliore e più razionale gestione del servizio di manutenzione che, disponendo di dati sempre aggiornati sullo stato delle singole lampade (e dei relativi dispositivi ausiliari) e sulla loro durata, può svolgere in maniera efficiente sia le attività di manutenzione programmata che quelle di manutenzione straordinaria.. Tra i vantaggi dei sistemi di telecontrollo, diviene possibile controllare l'accensione e lo spegnimento delle lampade, al fine di evitare che sensori di luminosità sporcati da inquinamento ed altro allunghino l'intervallo di funzionamento. Inoltre la manutenzione può essere condotta in modo più razionale e meno costoso, anche in considerazione della riduzione di efficienza delle lampade nel periodo precedente il fuori servizio definitivo. Infine, il monitoraggio continuo della rete consente di individuare facilmente le aree con consumi anomali ed anche di pianificare al meglio la strategia di sviluppo della rete. Il telecontrollo può inoltre essere utilizzato anche per la gestione dei regolatori di flusso o degli alimentatori elettronici, pilotando la funzione dimmer. Per contro tali sistemi comportano importanti investimenti: la valutazione dovrebbe essere effettuata mediante un’attenta analisi costi-benefici, che tenga conto dei vantaggi a medio termine di un servizio qualitativamente migliore, oltre che della maggiore sicurezza.

Riduzione dei punti lice laddove risulti eccessivo il livello di illuminazione raggiunto a seguito degli interventi di riqualificazione effettuati: a seguito dell’azione sarà possibile in-

	dividuare le aree dove il livello di illuminazione raggiunto è superiore al livello richiesto dalla normativa, in questo caso si suggerisce la riorganizzazione finalizzata ad una riduzione dei punti luce presenti.

3.3.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici

Il potenziale del risparmio nel settore della illuminazione pubblica, conseguibile attraverso la realizzazione dei primi 3 step dell'azione è decisamente elevato e può essere prudenzialmente valutato in almeno nel 40% degli attuali consumi elettrici passando dalla tecnologia a vapori di mercurio alla tecnologia a vapori di sodio, mentre se si passasse direttamente alla tecnologia a LED il risparmio conseguibile è valutato in almeno il 75%.
Questa situazione estremamente vantaggiosa è principalmente imputabile al fatto che le lampade a SAP e a LED offrono prestazioni uguali se non migliori di quelle a Vapori di Mercurio, necessitando di potenze istallate nettamente inferiori:

Tipologia lampade	Potenza nom. (W)	Efficienza (lm/W)
Vapori di Mercurio	125	50
Vapori di Sodio	70	80
LED	28	85

Il 4 step dell'azione può portare ad ulteriori riduzioni dei consumi elettrici; prevede difatti la riduzione dei punti luce a seguito dell'avvenuta riqualificazione dell'attuale parco luci comunale. L'azione a cui sono associati consistenti risparmi energetici sarà possibile grazie ad un maggior coordinamento con il privato, in termini di monitoraggio dell'illuminazione notturna degli esercizi commerciali e delle aree produttive, riducendo la sovrabbondanza di illuminazione dovuta al combinarsi dell'illuminazione pubblica stradale e dell' illuminazione esterna privata, anche legata alle insegne pubblicitarie.

Ambientali

La situazione territoriale presenta ampi margini di miglioramento, sia in termini di una maggiore efficienza del sistema, sia in termini delle minori spese di gestione associate, sia in termini di riduzione delle emissioni di gas climalteranti.
Gli interventi suggeriti nella presente scheda mettono a confronto 3 tipologie di ottica, indicando la priorità nella sostituzione delle inefficienti lampade a mercurio; i risparmi conseguibili estendendo l'intervento di sostituzione con le migliori tecnologie, alle altre tipologie di lampade non è stato valutato nel dettaglio, ma si ritiene che possa portare a discreti vantaggi gestionali e ambientali.

Per far percepire le potenzialità in termini di riduzione di

emissioni di gas climalteranti si è fatto riferimento alle 3 principali tipologie di lampade menzionate stimando un funzionamento di 4000 ore annue ed un parametro di relazione di 0.531 kg CO_2 / kWh elettrico :

- √ 5061 lampade a vapori di mercurio (potenza 125 W) sono responsabili di 1344 t CO_2
- √ 5061 lampade SAP (potenza 70 W) sono responsabili di 752t CO_2
- √ 5061 lampade a LED (potenza 28 W) sono responsabili di 301 t CO_2

3.3.5 Esempio di intervento applicativo

L'intervento applicativo proposto parte da un confronto tra due ipotesi di sostituzione della totalità delle lampade al mercurio presenti nel Comune di Pesaro (5.061 lampade), rispettivamente con le tradizionali lampade al sodio ad alta pressione (SAP) e con le più recenti lampade a LED. Il confronto è articolato in due parti: nella prima parte è calcolato il costo totale annuo che i tre scenari comportano, tenuto conto delle spese dovute ai consumi energetici e di quelle relative all'impegno di potenza richiesto; nella seconda parte sono stati considerati anche i costi legati alla manutenzione degli impianti. I confronti tra le lampade sono stati effettuati a parità, o quasi, di flusso luminoso emesso dall'apparecchio.

L'analisi parte dalla situazione attuale delle 5061 lampade a vapori di Mercurio caratterizzate da una potenza di 125W e 4000 ore annue di funzionamento: il consumo di corrente elettrica, espresso in kWh annui, di un singolo punto luce è pari a 500 kWh; in totale 2530 MWh annui per tutti punti luce, corrispondenti al 28.1% dei consumi 2007 di EE per pubblica illuminazione di tutto il Comune di Pesaro.

L' intervento proposto, realizzabile anche in fase di manutenzione ordinaria del punto luce, è previsto dal Piano Luce Comunale nel quale è attuato sostituendo le lampade a vapori di mercurio principalmente con quelle a ioduri metallici; obiettivo dell'azione è suggerire altre due tipologie di lampade, a cui sono associati maggiori benefici economici, ed energetico/ambientali.

Si sono stimate 4000 ore annue di accensione e si è fatto riferimento al contratto di fornitura di energia elettrica per pubblica illuminazione individuando un costo di 0.11 €/kWh; le spese annue collegati alla sola corrente elettrica per queste categorie sono:

- √ *scarica a vapori di mercurio:* consumo pari a 278300 € annui di energia elettrica, a cui vanno sommati i costi per l'impegno di potenza: pari a 36€/kW di potenza installata che per 727 kW com-

portano una spesa annua di 26191€ (632 kW che vanno maggiorati di un 15% per gli assorbimenti degli accessori elettrici di funzionamento del punto luce); le emissioni associate al consumo di energia elettrica del punto luce sono pari a 1344 t/CO_2. L'adozione di questa tipologia di lampade garantisce massimo 2.5 anni di vita media senza interventi di manutenzione o sostituzione;

- √ _SAP:_ consumo pari a 155879 € annui di EE, a cui vanno sommati 407 kW di potenza installata per gli accessori che ad un costo unitario di 36€/kW comportano una spesa annua pari a 14666€ per l'impegno di potenza;le emissioni le emissioni sono pari a 752 t/CO_2, 3 anni di vita media senza interventi di manutenzione o sostituzione
- √ _LED:_ consumo pari a 62351 € annui di EE, a cui vanno sommati 163 kW di potenza installata per gli accessori che ad un costo unitario di 36€/kW comportano una spesa annua di 5867€ per l'impegno di potenza; le emissioni le emissioni sono pari a 301 t/CO_2, 15 anni di vita media senza interventi di manutenzione straordinaria o sostituzione .

Si evince si da questa prima analisi, la convenienza della tecnologia LED, a seguito della semplice analisi costi/benefici relativa all' ipotesi di sostituzione integrale del parco luci da 125 W a vapori di mercurio con le due tecnologie viste.

Inserendo i costi di gestione associati a ciascuna tecnologia, comprensivi della manutenzione e dell'acquisto delle lampade, è possibile stimare più correttamente la convenienza economica dell'operazione.

Per quanto riguarda i costi di manutenzione, sono state fatte le seguenti considerazioni: ipotizzando, alle condizioni di funzionamento assunte, una vita dell'impianto a LED di 15 anni, è possibile calcolare il numero di sostituzioni cui va incontro ogni tecnologia in quest'arco di tempo. Basta infatti conoscere la vita media della lampada (rispettivamente 10.000h VM, 12.000h SAP e 80.000h LED) e le ore di accensione annue (4000). Si ottiene così un numero che rappresenta le volte in cui è necessario intervenire per sostituire la lampada durante tutto il tempo di vita dell'impianto, numero che nel caso delle lampade VM e SAP può essere ragionevolmente tradotto in una sostituzione rispettivamente ogni 2,5 e 3 anni; per le lampade a LED la durata del singolo apparecchio (circa 25 anni) supera quella dell'intero impianto, quindi la voce dei costi di sostituzione sarà considerata nulla.

Tipologia lampade	Potenza nominale (W)	Vita media lampada (anni)	Costo lampade e accesori (reattori, alimentatori e accenditori) (€)
Vapori di Mercurio	125	2.5	50
Vapori di Sodio	70	3	120
LED	28	15	500

Ai costi delle lampade sono stai aggiunti quelli degli accessori come *reattori* ed *accenditori* per le lampade a Vapori di Mercurio e Sodio e gli *alimentatori* per le lampade ad ottica LED. Inoltre vanno stimati i costi della manodopera ordinaria e straordinaria (necessaria per ripristinare le interruzione di servizio causato ad esempio dalle lampade esauste, dalla rottura di un accessorio, etc), calcolata ipotizzando la durata dell'impianto pari a 15 anni, un intervento a fine vita per ciascuna tipologia di lampada, un costo orario del lavoro di un tecnico specializzato pari a 25 €, e che in un' ora si sostituiscono in media 3 lampade.

Tipologia lampade	Potenza nominale (W)	Costo di manutenzione annuo € associato al ciclo di vita delle componenti	Consumi di EE annui per le 5061 lampade €
Vapori di Mercurio	125	18.000	304.491
Vapori di Sodio	70	15.000	170.545
LED	28	3.000	68.218

Se appare chiaro il vantaggio che le lampade al sodio rappresentano rispetto a quelle al mercurio, sia in termini di consumi che in termini di costo di manutenzione ed emissioni di anidride carbonica, le lampade a LED presentano un miglioramento delle prestazioni ancora più accentuato, rispetto alla situazione intermedia delle SAP. Per i LED infatti i costi relativi ai consumi appaiono più che dimezzati rispetto alle lampade SAP, e le spese dovute alla manutenzione sono notevolmente inferiori rispetto ad entrambi i casi precedenti.

Il progressivo abbandono delle lampade a mercurio ha anche un significativo risvolto ambientale, legato al contenuto di mercurio che deve essere smaltito a parte, come rifiuto speciale, conformemente alla normativa vigente (costo rifiuto speciale circa 100 € /tonnellata) .
Si fa notare infine che la scelta di tipologie di lampade caratterizzate da maggior durata consente un deciso risparmio dei costi di manutenzione straordinaria che dovrebbero di conseguenza essere considerati nell'analisi costi benefici per determinare il Pay Back Time degli interventi.

3.3.6 Aspetti economici

Costi	L'azione presenta un ingente costo iniziale se si dovesse effettuare la sostituzione di tutte e 5061 le lampade ai vapori di Mercurio con la tecnologia a LED (oltre 2.5 milioni di €). Il costo della singola lampada ad ottica LED è stato valutato attraverso l'analisi dei prezzi di listino di alcune ditte italiane specializzate; non è stato considerato uno sconto medio del 30%, rispetto al prezzo unitario di listino, generalmente applicato alle Amministrazioni Comunali per grosse forniture.
Tempi di ritorno dell'investimento	In questo settore i tempi di ritorno degli investimenti sono estremamente rapidi: circa 1-2 anni quando si installano alimentatori elettronici o regolatori centralizzati e 3-4 anni se l'intervento riguarda la sostituzione delle lampade a Vapori di Mercurio con le lampade a LED ; se poi i due interventi si sviluppano congiuntamente, il tempo di ritorno si riduce ulteriormente.
Incentivi per investimenti pubblici e privati	Funzionali all'emissione da parte del Gestore del Mercato Elettrico(GME) di *titoli di efficienza energetica*(TEE), anche detti "certificati bianchi", corrispondenti a quote in denaro per ogni tep (tonnellata di petrolio equivalente, corrispondente a circa 3 tonnellate di CO_2) risparmiata grazie all'adozione di soluzioni efficienti nell'uso dell'energia. In tal modo i costi sostenuti dai distributori, dalle Multiservizi o dalle Amministrazioni sono coperti da un contributo tariffario che per l'anno 2007 ammonta a € 100 per ogni tep risparmiata. Risulta quindi evidente la convenienza, per tutti gli organi coinvolti nelle operazioni di rimodernamento degli impianti, nell'abbassare il livello di emissioni derivante dal parco luce esistente. Per questo motivo le proposte di adeguamento dei punti luce si sono accompagnate dalla quantificazione del risparmio in termini di tonnellate di CO_2 emesse a seconda del tipo di lampada scelto.

3.3.7 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	Sono ostacoli economici legati al costo elevato iniziale della tecnologia; il risparmio economico sia in termini di consumi elettrici che di manutenzione, garantito dalla tecnologia LED, è abbinato ad un più agevole monitoraggio ed alla possibilità di dimmerizzazione delle luci a LED. La scelta della migliore tecnologia, proprio in funzione degli alti costi iniziali ad essa associati, deve essere tecnicamente giustificata; il confronto con le più economiche lampade a alogenuri o a vapori di sodio deve pertanto sempre essere supportato dalle conoscenze e caratteristiche tecniche, come: √ i lampioni con lampade al sodio sono alimentati a

	220 V e devono essere dotati di messa a terra, secondo le norme di legge √ i lampioni LED GPE sono alimentati a 24 V continui, risparmiando l'operazione di messa a terra. Inoltre, lavorando in bassa tensione, non vi è pericolo di dispersioni di corrente. Alla base della valutazione di ogni intervento rimane basilare un'attenta progettazione; la scelta della combinazione opportuna di lampada, apparecchio e supporto va calata nel contesto per poter rispettare allo stesso tempo il flusso luminoso previsto dalla normativa, le esigenze funzionali ed estetiche, l'economicità, ecc.
Manutenzione	Tutte le tecnologie recentemente adottate per l'innovazione ed il risparmio energetico nella pubblica illuminazione sono state realizzate con il fine di ridurre al massimo gli interventi di manutenzione, proprio perché le tecnologie obsolete oltre ad essere poco affidabili, rappresentano, in termini di manutenzione ordinaria e straordinaria, un costo annuo molto elevato.

3.3.8 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

	In riferimento alla normativa sull'illuminazione (e in particolare alla Legge della Regione Marche del 17 luglio 2002, n. 98), restano determinati i parametri che caratterizzano gli apparecchi per illuminazione rispondenti alla norma. Il numero di punti luce completamente a norma è indicatore di miglior efficienza energetica ed uso razionale dell'energia, si suggerisce di tenere questo riferimento come indice di qualità complessivo del sistema di pubblica illuminazione.

3.4 LA SEMAFORICA COMUNALE

3.4.1 La tecnologia

La quasi totalità delle lampade semaforiche stradali presente sul territorio comunale utilizza la tecnologia a filamento incandescente; nella presente scheda verrà indicata nella tecnologia delle Lampade ad ottica LED, la soluzione tecnica alternativa.

Le **lampade ad incandescenza** sono una tecnologia ampiamente superata, che alcuni paesi della Comunità Europea hanno già messo fuori produzione.

L'impiego di queste fonti luminose nella semaforica è considerato altamente inefficiente, la luce bianca prodotta dal corpo illuminante deve attraversare dei filtri colorati per ottenere le tre tonalità necessarie al suo impiego (giallo, rosso, verde), perdendo di conseguenza una parte dell'effetto luminoso prodotto. Il calore generato dalle lampade oltre ad essere inutile ai fini dell'illuminazione contribuisce all'incrudimento del materiale plastico dei filtri colorati, causandone il degrado nel tempo. Si può affermare che la lampada a incandescenza risulta essere la peggior applicazione possibile per la segnaletica stradale: alte potenze, alti consumi, frequenti rotture, frequente interruzione del servizio di regolazione del traffico.

L'unica giustificazione al loro attuale utilizzo è imputabile al basso costo di sostituzione delle lampade esaurite ed alla tecnologia obsoleta delle paline semaforiche in cui le lampade sono allocate; il rinnovo tecnologico del sistema semaforico nel suo complesso comporta difatti costi iniziali elevati.

La *sicurezza stradale*, associata all'uso in paline semaforiche di queste lampade, è di basso livello a causa dell'illuminazione non uniforme che garantiscono:

- √ basso contrasto in giornate luminose
- √ rischio elevato riflessione della luce solare con effetto "illuminazione fantasma"
- √ fragili ad urti e vibrazioni
- √ obbligo di immediata sostituzione delle lampade fulminate.

I costi di *manutenzione* delle lampade a incandescenza sono funzionali anche alla tipologia di gestione della manutenzione semaforica. Nei casi a gestione diretta apposito personale monitora periodicamente le lampade e, anche con un'azione preventiva, le sostituisce o le ruota tra i diversi impianti semaforici. L'intervento di sostituzione viene effettuato a manodopera zero, ma c'è il costo del materiale.

Nel caso di gestione in appalto, spesso l'intervento coincide

	con la sostituzione delle lampade per interruzione di servizio, la manutenzione è assente, ma il Comune paga la manodopera ed il materiale. I costi di gestione associabili a questa tecnologia sono di conseguenza elevati; la manodopera per le sostituzioni, inoltre spesso necessita di opportuni mezzi di supporto (camioncino con braccio meccanico elevatore per l'operatore), con conseguente aumento dei costi. I **LED** utilizzati nella moderna segnaletica e cartellonistica hanno una luminosità anche di 10 volte superiore a quella che siamo abituati a vedere nei nostri apparecchi elettronici. La caratteristica tecnica che li rende ideali per la semaforica è funzionale alle caratteristiche di emissione luminosa monocromatica, il colore è dipendente dalle proprietà del materiale con cui è realizzato e si possono ottenere tutti i colori primari. Le lampade a LED di ultimissima generazione hanno tempi di vita di 100.000 ore e sono garantite anche fino a 6 anni. Un vantaggio consistente di questa tecnologia è che permette di ridurre in maniera consistente le spese di manutenzione straordinaria, soprattutto per la sua affidabilità e per la durata molto superiore delle singole lampade; queste essendo costituite da più sorgenti luminose, tecnologia ad Elementi Illuminanti Indipendenti (EII), anziché da un solo filamento, continuano a funzionare regolarmente anche con un elemento danneggiato. Ciò consente di ridurre gli interventi e le riparazioni delle lampade in caso di guasto. Le spese di manutenzione, esclusivamente ordinaria (pulizia della lanterna), sono stimati in 20 € annui per lanterna semaforica, ma lievitano notevolmente a seguito degli interventi straordinari sugli impianti semaforici. I costi di manutenzione delle lampade a LED sono limitati ad una pulitura annua della palina.
Stato dell'arte	Esistono due possibilità di intervento sui semafori. Si può sostituire l'intero impianto con uno di nuova generazione, con i vantaggi ed i costi che questo comporta, oppure si possono montare lampade a LED con attacco standard (E27) sui semafori preesistenti, operando in questo modo la sola sostituzione delle vecchie lampade a filamento. Questa soluzione consente di realizzare un notevole risparmio energetico dal punto di vista dei consumi senza l' onere di sostituzione dell'intero impianto semaforico, che spesso si scontra con le limitate possibilità delle amministrazioni comunali. La scelta va fatta in merito a valutazioni economiche di breve o lungo periodo. E' chiaro che se la disponibilità economica lo consente è preferibile la prima opzione, in quanto comporta, oltre al risparmio energetico caratterizzante la seconda scelta, il vantaggio di una tecnologia impiantistica all'avanguardia che può avere applica-

	zioni vastissime nel campo del telecontrollo e della gestione automatizzata.
Caratteristiche tecniche	*Consumi:* la scelta di semafori con lampade a LED comporta un risparmio consistente in termini di bolletta elettrica, risparmio che per le installazioni oggi realizzate va dal 70 all' 85% rispetto ad un regolatore di traffico che monti lampade a incandescenza. I semafori a LED montano infatti tre lampade che consumano mediamente 10 - 13 W ciascuna, contro i normali 60 – 100W delle singole lampade a incandescenza utilizzate in queste applicazioni. Da un punto di vista energetico è degno di nota anche il fatto che i led sono in grado di emettere da soli il colore di luce richiesto, senza bisogno di filtri che si rendono invece indispensabili per le lampade ad incandescenza, e che consentono il passaggio di appena il 20%(nel caso del rosso) del flusso luminoso prodotto dalla lampada. *Durata:* una delle caratteristiche di spicco dei led è la loro durata che, per determinate applicazioni, arriva fino a dieci volte quella delle lampade convenzionali(circa 100000 ore contro le 10000 di una lampada al sodio ad alta pressione e le 6000 ore delle lampade ad incandescenza). Una maggiore durata implica chiaramente una riduzione dei costi di sostituzione e manutenzione delle sorgenti, dovuta anche al fatto che le lampade a LED sfruttano la tecnologia "Ad elementi illuminanti indipendenti". Le lampade a LED usate nei semafori di nuova generazione sono composte da una serie di corpi luminosi singoli, che insieme creano il flusso luminoso desiderato. Questo si traduce nella impossibilità quasi totale che la lampada si spenga del tutto. Nel caso di guasto di un singolo elemento infatti, la riparazione può essere effettuata senza dover sostituire l'intera lampada, che può continuare a funzionare regolarmente. *Sicurezza:* l'utilizzo di lampade a LED nei semafori porta al raggiungimento di un maggior livello di sicurezza, sia in ambito stradale, che operativo. Nel primo caso infatti, la maggior direzionalità e la brillantezza più accentuata del LED favoriscono la visione del segnale di traffico da parte dei cittadini. Inoltre, le lampade a LED, non necessitando di filtri per la produzione del colore, sono praticamente piatte. Questo elimina il cosiddetto "effetto phantom", ovvero la sensazione di falso illuminamento dovuta alla riflessione dei raggi solari sul vetro a parabola con il quale sono equipaggiate le lampade tradizionali. Per quel che riguarda la sicurezza operativa, essa è legata alla tensione di alimentazione delle lampade a LED. Queste infatti sono solitamente alimentate in tensione continua da 12 a 48V, contro i 220V in alternata con i quali sono alimentati i vecchi semafori. L' alimentazione in tensione continua permette di classificare l'impianto come "sicuro" e non obbliga ad assumere particolari protezioni sia per installatori e manutentori, sia a livello di cablaggio e rivestimenti, con la conseguente eliminazione dei costi che questi comporterebbero

in un semaforo tradizionale(minore profondità di annegamento dei cavi, riduzione tempi di installazione).
La sicurezza stradale *è* garantita sia da una resa luminosa costante durante la vita della lampada (anche per i riflessi di sole ed in caso di nebbia), sia dal non verificarsi della situazione tipica delle lampade ad incandescenza, ossia l'assenza di indicazione semaforica in caso di bruciatura del filamento.

Controllo: già dal 2000 sono in funzione in alcune città italiane (come Torino) sistemi di telecontrollo basati sulle reti LAN (Local Area Network). I nuovi semafori a LED possono essere infatti dotati di una scheda di rete dagli ingombri notevolmente contenuti, che tiene ogni lampada in costante contatto con un unico centro di controllo, anch' esso miniaturizzato in un chip e contenuto nel semaforo, consentendone il monitoraggio del funzionamento, e quindi la rilevazione in tempi infinitesimi di un eventuale malfunzionamento dell'impianto. Inoltre, proprio per le caratteristiche di regolabilità dei LED, sempre attraverso la stessa rete locale è possibile controllare, inviando le istruzioni al processore di controllo, il flusso in uscita dalle lampade. Questo comporta l'eliminazione delle centraline dedicate ad ogni lanterna e quindi di parte dei cablaggi necessari per realizzare l'impianto; bastano infatti solo due cavi per ogni semaforo: uno per l'energia elettrica, e l'altro per l'invio e la ricezione di segnali tra lampada e microprocessore. Questi fattori concorrono alla riduzione dei costi di materiale e manodopera in caso di nuova installazione.

3.4.2 Obiettivi

Sono qui elencate e approfondite alcune delle possibili soluzioni adottabili per ridurre l'importo della bolletta elettrica alla voce *Semaforica stradale*, e per conseguire un più razionale utilizzo dell'energia a propria disposizione.

Gli interventi realizzabili possono essere suddivisi in quattro categorie:

- √ sostituzione di componenti e sistemi con altri più efficienti, rispettando i criteri di sostituzione prioritaria per le lampade ad incandescenza;
- √ adozione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce;
- √ installazione di sistemi di telecontrollo e di gestione energetica della rete semaforica;
- √ sostituzione di incroci semaforici con rotatorie.

3.4.3 Attuabilità nel territorio comunale

L'intervento è stato valutato sul parco semaforico del Comune di Pesaro, come successivamente illustrato nella presente scheda.

	L'attuabilità dell'intervento risulta essere elevata, rimangono da definire le modalità attraverso cui l'Amministrazione Comunale può raggiungere l'obiettivo di una riqualificazione tecnologica ed energetica del comparto di segnaletica stradale di competenza. Fondamentale sarà valutare, prima di sottoscrivere un nuovo contratto di gestione del servizio manutenzione ordinaria e straordinaria della semaforica, l'opportunità di predisporre una opportuna gara d'appalto che preveda un contratto di servizi nell'ottica delle ESCo. Inserendo nel bando: √ i precisi requisiti tecnologici che a fine contratto il comparto della segnaletica stradale dovrà avere √ gli anni di contratto necessari alla riqualificazione tecnologica di tutte le paline e lanterne semaforiche con ottica LED e all'informatizzazione tecnologica attraverso idoneo sistema di controllo a microprocessore. √ il valore di mercato del potenziale di certificati bianchi ottenibili dal gestore del servizio a seguito della certificazione dei risparmi di EE conseguiti.
Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Obiettivo principale dell'azione è quello di individuare soluzioni a breve termine che consentano di adottare su larga scala l'ottica LED. Si ritiene che la strategia individuata consentirà una accelerazione nel risultato di ottenere nel minor tempo possibile una riduzione dei costi legati alla PI semaforica, un aumento della sicurezza stradale legata ad un miglior uso della tecnologia . Un obiettivo a medio lungo termini dell'azione potrebbe riguardare l'*indipendenza energetica della segnaletica stradale:* secondo tale pratica in via di diffusione la segnaletica stradale, e più in generale la cartellonistica, viene alimentata con impianti minieolici o minifotovoltaici, garantendone così l'indipendenza energetica. Si preferisce solitamente il fotovoltaico al minieolico, meno invasivo e ingombrante, specialmente nelle zone centrali della città. Considerato il gran numero di apparecchi che sarebbero interessati da questo tipo di intervento, soprattutto nelle città medio - grandi, la convenienza risulta evidente.

3.4.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Energetici	Considerando un costo dell'energia elettrica pari a 0.086 €/kWh si è effettuata la stima delle spese annue sostenute dall'Amministrazione Comunale per la semaforica, incluse le spese di manutenzione ordinaria e straordinaria, che come vedremo si riducono enormemente adottando la tecnologia ad ottica LED. Ipotizzando un ulteriore consumo di energia elettrica (per gli accessori e la centralina di regolazione della palina se-

	maforica), quantificabile nel 15% , si arriva ad una potenza istallata totale dell'attuale parco semaforico di 37kW kW. *Lampade ad incandescenza:* √ 438 lampade ad incandescenza (da 100 e 60W) √ Consumi energetici annui:201720 kWh √ Costo annuo impegno di potenza:1332€ (36€/kW per 37kW di potenza installati) *Lampade LED:* √ 438 lampade ad ottica LED (da 13 e 10W) √ Consumi energetici annui: 30700 kWh √ Costo annuo impegno di potenza:198€ (36€/kW per 5.5 kW di potenza installati)
Ambientali	I vantaggi ambientali sono stati stimati in termini di emissioni evitate di anidride carbonica, valutate semplicemente in funzione dei consumi di energia elettrica associati al parco semaforico comunale. *Lampade ad incandescenza:* √ Emissioni associate = 107 tCO_2 *Lampade LED:* √ Emissioni associate = 16.3 tCO_2

3.4.5 Esempio di intervento applicativo

	Lo studio analisi costi benefici è stato realizzato sul sistema semaforico comunale, partendo dal confronto tra le due tecnologie delle lampade posizionate nelle paline. Si è ipotizzato un funzionamento standard della lanterna semaforica : in funzione dalle 7 a.m. alle 22 p.m. per poi passare in modalità lampeggiante sul giallo fino alle 6.59 per giorno successivo. Risulta di conseguenza nelle 24 ore una stima dell' utilizzo così ripartito sulle 3 lampade: per 10 ore al giorno sul verde, 10 ore sul giallo e 4 ore sul rosso. Si sono rappresentate nella tabella sotto riportata le caratteristiche tecniche ed i costi di manutenzione e acquisto associate alle tecnologie messe a confronto nella presente scheda.

Tipologia lampade	N° e Potenza lampade	N° e Potenza lampade	Costo medio lampada	Vita media lampade	Spese annue manu-tenzione ordinaria	Spese annue manu-tenzione straordi-naria
Incandescenza	146 da 100W	292 da 60W	8€	5.000 ore	20€ a semafo-ro	75€ a semafo-ro
LED	146 da 13W	292 da 10W	125€	100.000 ore	10€ a semafo-ro	0 €

I costi di manutenzione ordinaria sono stati determinati stimando un intervento annuale di pulitura della palina semaforica, durante l'intervento oltre allo smontaggio e la pulizia della lampada a incandescenza, viene effettuata la pulizia del filtro e dei collegamenti; passando alla tecnologia ad ottica a LED la manutenzione ordinaria consiste esclusivamente nella pulizia esterna della palina semaforica, essendo la lanterna a LED priva di filtro.
Le spese di manutenzione straordinaria si sono determinate ipotizzando un singolo intervento di sostituzione della lampada ad incandescenza (per esaurimento della stessa) su ciascuna delle 146 lanterne semaforiche presenti sul territorio comunale; il costo è motivato dalla celerità che deve essere garantita nell'intervento, limitando al massimo l'interruzione del servizio, per ovvi motivi di sicurezza stradale.

I costi delle lampade sono stati valutati facendo una media sul prezzo di listino delle maggiori ditte specializzate, senza tenere comunque in considerazione che su tali prezzi attualmente la percentuale di sconto offerto dai fornitori, per acquisti consistenti di ottiche a LED è stimata tra il 20 ed il 30%.

Si è effettuata infine la stima della convenienza dell'intervento, la stessa è stata effettuata con il PBP semplice, valutando ossia l'investimento aggiuntivo legato all'adozione della nuova tecnologia ed i risparmi che ne conseguono:

Tipologia lampade	Incandescenza	LED
Consumi annui E.E. (kWh)	201720	30700
Costi EE (€)	17294	2631
Costo annuo impegno di potenza (€)	1332	198
Spese annue manu-tenzione ordinaria parco semaforico (€)	2920	1460
Spese annue manu-tenzione straordinaria parco semaforico (€)	10950	0
PBP semplice (inve-stimento/risparmio)	/	22 mesi

3.4.6 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

Il numero di paline semaforiche che ogni anno verranno equipaggiate con la nuova tecnologia a LED è il principale indicatore per la valutazione dell'intervento nel tempo.

3.5 CONTRATTISTICA

3.5.1 Tipologie di contratti di approvvigionamento dell'energia

Contratti 'servizio energia'	Il Contratto 'servizio energia' è una tipologia di contratto innovativa che trae origine dal DPR 412/93 e prevede la fornitura di un servizio energetico completo agli utenti finali da parte di un interlocutore unico e responsabile terzo lungo tutto il processo di trasformazione e utilizzo dell'energia, sia essa termica o elettrica. Per "contratto servizio energia" si intende '*l'atto contrattuale che disciplina l'erogazione dei beni e servizi necessari a mantenere le condizioni di comfort negli edifici nel rispetto delle vigenti leggi in materia di uso razionale dell'energia, di sicurezza e di salvaguardia dell'ambiente, provvedendo nel contempo al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia.'* Tramite il contratto il cliente non acquisisce più in prima persona il bene materiale (l'energia elettrica o il combustibile) ma riceve direttamente il servizio energetico desiderato (riscaldamento, condizionamento, illuminazione, ecc.), il quale viene misurato e contabilizzato attraverso opportuni dispositivi tecnici. Con la circolare n°273/E del 23/11/98 il Ministero delle Finanze ha stabilito che ai Contratti Servizio Energia venga applicata l'IVA al 10%, e non quella ordinaria del 20%, a condizione che vengano rispettati i requisiti minimi obbligatori descritti nella circolare stessa. Il contratto di 'servizio energia' unisce i concetti di comfort e di risparmio energetico. In realtà in seguito al DPR 412/93 sono usciti nel mercato una serie di contratti che non applicavano appieno lo spirito del contratto servizio energia; si trattava di contratti forfettari, contratti cioè che prevedevano un costo fisso annuo, ad esempio di riscaldamento, indipendentemente sia dalla effettiva stagione termica, sia dalle esigenze di comfort degli utenti e raramente intervenivano sugli impianti in modo significativo.
Formule contrattuali e di finanziamento per interventi di risparmio energetico[22]	Per riuscire a finanziare gli interventi di risparmio energetico, uso razionale dell'energia ed utilizzo di fonti rinnovabili un Ente Pubblico potrebbe scegliere di stipulare un contratto con una Energy Service Companies (E.S.Co.). Il contratto stipulato con una ESCo può essere un contratto a prestazione che implica la fornitura dei servizi energetici secondo specifiche tecniche predefinite ed impegnative per le parti, o un contratto di Finanziamento Tramite Terzi che prevede la fornitura da parte della ESCo del finanziamento necessario alla realizzazione del progetto. I contenuti del contratto fra la ESCo ed il soggetto che vuole realizzare il progetto sono completamente rimessi alle parti. In ogni caso, al di la delle scelte tipiche, il contratto prevede sia l'impegno della società dei servizi energetici di progettare, finanziare, realizzare, gestire e mante-

[22]F.I.R.E: www.fire.it

	nere efficiente l'impianto consegnandolo all'utente allo scadere del contratto, una volta che la società dei servizi energetici sia rientrata del suo investimento e l'impegno dell'utenza a garantire l'utilizzo costante dell'energia prodotta nei modi, nelle forme e nei tempi in base ai quali è stato elaborato lo studio di fattibilità tecnico-economico. E' immaginabile anche un modello di contratto in cui si abbia la formazione di una società mista tra l'Amministrazione interessata al risparmio energetico e la società specializzata. In questo caso cambia la procedura di gara che non riguarda la scelta di un contraente con cui scambiare prestazioni definite in base ad una specifica offerta economica bensì per la scelta del socio. In generale qualunque sia il modello di contratto adottato l'oggetto del contratto è definito dall'offerta tecnica che il prestatore, in base delle indicazioni fornite all'Amministrazione, ha presentato nella gara. Non si deve dimenticare che l'elemento centrale di un contratto stipulato con una società dei servizi energetici è il capitolato di appalto dove sono specificati: 1. norme sui materiali 2. componenti e modalità di esecuzione 3. disposizioni sui criteri contabili per la liquidazione dei lavori.
Energy Performance Contracting	Una tipologia di contratto particolarmente utile per l'Amministrazione Pubblica è il contratto di *Energy Performance Contracting*, EPC, con cui si definisce il contratto a prestazione energetiche garantite. In questo modo la remunerazione della ESCo è legata all'entità dei risparmi conseguiti e della spesa che il cliente ha effettivamente sostenuto. Questo contratto permette alla Pubblica Amministrazione di effettuare gli opportuni interventi di risparmio anche quando sprovviste di adeguate conoscenze ingegneristiche nel campo energetico o di mancanza di risorse finanziare e possibilità di gestione
Third Party Financing	La denominazione Finanziamento Tramite Terzi, Third Party Financing, è stata utilizzata la prima volta negli Stati Uniti. Successivamente nel Nord America si preferì chiamare "Contratto a prestazione" il contratto basato sul TPF, o FTT, poiché si riteneva che la definizione enfatizzasse troppo l'aspetto del finanziamento. Anche nel Regno Unito si usò una diversa denominazione: "Contratto di gestione energia". Il contratto di Gestione Energia sottolinea l'aspetto dell'esercizio a carico della ESCo, ossia che essa utilizzi la piena responsabilità della gestione energetica del cliente per il medio-lungo termine. E'importante considerare i punti critici del contratto: 1. durata del contratto 2. valutazione dei consumi di riferimento: un approfondito audit energetico dell'utenza è di fondamentale importanza per accordarsi sui consumi di riferimento 3. la complessità del contratto stesso, la definizione del contratto prevede costi aggiuntivi che non consentono

	il ricorso al FTT per progetti di piccole dimensioni. Secondo il contratto di gestione energia all'utente viene riconosciuta una parte dei risparmi, in genere il 5-10% con conseguente allungamento del periodo di ammortamento. I vantaggi del contratto gestione energia sono: • ammontare fisso dei suoi pagamenti in anticipo • rate fisse mensili.
Guaranteed Savings	Il cliente finale finanzia la progettazione e l'installazione del miglioramento delle misure di efficienza, assumendosi l'obbligo contrattuale del pagamento e il conseguente rischio di credito. Il prestito, in questo modo, grava sul bilancio della PA e riduce, come in un prestito ordinario, la capacità d'affidamento della ESCo che, se l'esposizione fosse garantita diversamente, potrebbe essere impiegata per finanziare altre iniziative. Il ruolo della ESCo è quello di reperire e organizzare il finanziamento, assumendosi, al contempo, il rischio tecnico relativo alla riuscita delle modifiche e alla correttezza della manutenzione. La ESCo si impegna a garantire che i risparmi non siano inferiori ad un minimo concordato, stabilito sulla base dell'analisi di fattibilità. Questa modalità è sempre una modalità di *performance contracting*: il cliente continua a pagare le bollette delle utilities e le fatture combustibili e paga alla ESCo un canone con il quale remunera il servizio di gestione (O&M: Operations & Maintenance). Di norma il totale della spesa annua non supera comunque la spesa energetica "storica" del cliente.
Pay from Savings	Il modello contrattuale denominato Shared Saving è quello maggiormente diffuso in Europa. Questa formula coniuga i vantaggi del Finanziamento Tramite Terzi e della remunerazione a performance. In un contratto a risparmi condivisi, l'investimento viene rimborsato sulla base di un accordo, tra la ESCo e l'utente finale, di suddivisione della quota di risparmio determinato dallo studio di fattibilità. Per esempio, un tipico contratto potrà dare il 70% dei risparmi alla società di servizi energetici e il 30% all'utente per un periodo di cinque anni, con una suddivisione 50/50 nei successivi due anni. La quota di risparmio di spettanza della ESCo è in genere più elevata rispetto ai contratti su base guaranteed savings, poiché la società si assume gli oneri finanziari e il relativo rischio di credito. Altri fattori sono la durata del contratto, pay back period previsto, e l'entità dell'investimento. La formula Pay from Savings è un contratto di tipo Guaranteed Savings con cui si stabilisce che le rate di rimborso del prestito, che il cliente deve alla banca, non siano fisse, ma indicizzate agli effettivi risparmi conseguiti. Il piano di restituzione del debito dipende dal livello dei risparmi: se i risparmi sono elevati, il debito si estingue più

	velocemente. Questo modello riduce il rischio di credito a carico del cliente.
Shared Savings	Il modello contrattuale denominato Shared Saving è quello maggiormente diffuso in Europa. Questa formula coniuga i vantaggi del Finanziamento Tramite Terzi e della remunerazione a performance. In un contratto a risparmi condivisi, l'investimento viene rimborsato sulla base di un accordo, tra la ESCo e l'utente finale, di suddivisione della quota di risparmio determinato dallo studio di fattibilità. Per esempio, un tipico contratto potrà dare il 70% dei risparmi alla società di servizi energetici e il 30% all'utente per un periodo di cinque anni, con una suddivisione 50/50 nei successivi due anni. La quota di risparmio di spettanza della ESCo è in genere più elevata rispetto ai contratti su base guaranteed savings, poiché la società si assume gli oneri finanziari e il relativo rischio di credito. Altri fattori sono la durata del contratto, pay back period previsto, e l'entità dell'investimento. Il cliente può arrivare in certi casi a riconoscere alla ESCo il 100% dei risparmi conseguiti fino alla restituzione di tutti i costi del progetto, comprensiva di un margine di profitto (contratti di tipo First-out o "cessione globale limitata").
First Out	La Cessione Globale limitata o First Out è una formula che è stata molto utilizzata in Canada. Con questo approccio la ESCo può guadagnare fino al 100% dei risparmi "reali" ottenuti fino a che non sia stata completata la restituzione del capitale investito, comprensivo di oneri finanziari e profitti. Tutti i costi e i profitti sono dichiarati in anticipo. I risparmi sono utilizzati per la copertura completa di questi costi. L'utente non beneficerà di alcun risparmio fino al termine del contratto, ma la durata del contratto è inferiore a quella di altri modelli (di solito 3-4 anni). Sia la ESCO che il cliente sono entrambi motivati a massimizzare il risparmio. Maggiore il risparmio, più breve sarà la durata contrattuale. La ESCo mantiene la proprietà dell'impianto fino alla fine del contratto.
modello Chauffage	Secondo il modello Chauffage (asset ownership), l'oggetto del contratto è la fornitura di prestazioni e "servizi finali" quali vengono espressi e quantificati ad esempio come gradi-giorno di riscaldamento/raffrescamento, ore di illuminazione di intensità prestabilita, tonnellate/ora di vapore per usi tecnologici. Le ESCo prendono in carico la gestione degli impianti del cliente e pagano le bollette energetiche e le fatture dei combustibili per tutta la durata del contratto. Il cliente remunera la ESCo con un canone pari alla spesa energetica che affrontava prima dell'entrata in vigore del contratto, meno uno sconto concordato (ad es. 5-10%).
Contratto di gestione energia (Contract Energy	Secondo la formula del Contratto di gestione energia, detto anche first in, che nella sue forme e modalità essenziali è praticamente uguale al contratto di first out, all'utente

Management)	viene riconosciuta una riduzione prefissata rispetto all'entità della spesa energetica storica sostenuta negli anni precedenti all''intervento: potrà essere garantita una riduzione minima, per esempio pari al 5% della vecchia bolletta. La ESCo si accontenterà del rimanente 95% e, quindi, il periodo di ammortamento si allungherà proporzionalmente e, per conseguenza, il periodo contrattuale subirà una rivalutazione identica. Questo tipo di contratto ha tempi tipici della durata di sette o otto anni, anche se si stipulano contratti in casi di durata maggiore (raramente minore), specialmente quando l'utente offre garanzie di solvibilità dovuta alla sua presenza sul mercato per tempi lunghi. In genere il pagamento si basa su un totale annuo di dodici rate di pari importo, che viene conguagliato a fine anno a favore dell'utente, qualora il risparmio effettivamente realizzato sia superiore alla misura garantita. Il pagamento alla società di servizi energetici è basato sulle spese sostenute negli anni precedenti, ma, come in tutti i contratti di Finanziamento Tramite Terzi, è indicizzato al costo del combustibile e al mix di produzione, per neutralizzare gli effetti di incrementi di consumo e di risparmi indipendenti dalla realizzazione dell'intervento. I vantaggi del contratto di energia sono: • l'utente conosce l'ammontare dei suoi pagamenti in anticipo • rate fisse mensili, con conguaglio annuale, riducono i costi amministrativi per entrambe le parti • l'utente gode di un risparmio energetico minimo garantito
Build-Own-Operate & Transfer	Secondo il modello Build-Own-Operate & Transfer (BOOT) la ESCo progetta, costruisce, finanzia, ha la proprietà e si occupa della conduzione di un nuovo impianto per un certo periodo di tempo fissato, al termine del quale trasferisce la proprietà al cliente. Il cliente è di solito un'impresa speciale costituita per uno specifico progetto o missione. Il contratto BOOT sta avendo una certa diffusione in Europa soprattutto per il finanziamento di impianti di cogenerazione. Anche questa denominazione indica un tipo di contratto di Finanziamento Tramite Terzi.
Procedure di affidamento di appalto	Per un ente pubblico la disciplina delle procedure per la scelta del soggetto a cui affidare i contratti è definita nel Codice Civile dei Contratti Pubblici relativi ai lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17 e 2004/19/CE contenuto nel D.Lgs. 153/2006. Tutti i possibili contratti che sono stati descritti si concentrano sull'affidamento di 'un incarico esterno' da parte dell'Amministrazione. Occorre valutare se con tali incarichi vengano in essere pubblici appalti o concessioni. In sintesi si ha: • appalto pubblico quando la controparte contrattuale del soggetto aggiudicatore esegue un lavoro, presta

	un servizio o realizza una fornitura e viene remunerata dallo stesso soggetto aggiudicatore con la corresponsione di un prezzo, in modo che non è esposta ad alcun rischio, oltre a quello di dover eseguire il contratto sopportandolo con costi inferiori al prezzo pattuito • concessione quando il soggetto pubblico 'immette' la sua controparte contrattuale in un segmento di mercato, facendole svolgere un'attività economica destinata ad essere goduta e pagata da un'utenza così che il concessionario deve farsi carico anche del rischio di redditività della gestione di tale attività, della quale deve trarre la copertura dei costi correnti, l'ammortamento dell'investimento e l'utile. La concessione dei servizi è un contratto che presenta le stesse caratteristiche di un appalto pubblico di servizi ad eccezione del fatto che il corrispettivo della fornitura dei servizi è accompagnato da un prezzo. Relativamente alle attività energetiche è difficile immaginare uno spazio per strutturare l'operazione di concessione del servizio.
Valutazione degli aspetti giuridico-amministrativi, tecnici ed economici necessari alla stipula del contratto	La prima operazione necessaria alla valutazione della fattibilità dell'operazione è la valutazione è la verificare di tutti gli aspetti giuridico-amministrativi. E' infatti necessario definire il regime proprietario e di utilizzazione degli immobili oggetto del contratto e dei relativi impianti, si deve verificare il regime di utilizzo degli impianti e valutare se vi siano già in essere contratti per l'energia, come ad esempio 'appalti calore', con quali scadenze e con che opportunità di recesso. Il secondo step è rappresentato dalla valutazione degli aspetti tecnici. La raccolta delle caratteristiche tecniche dell'impianto e tutte le informazioni relative ai consumi storici e alle caratteristiche di utilizzo delle strutture della pubblica amministrazione costituiscono il punto di partenza per riuscire a valutare la fattibilità/convenienza di un contratto 'servizio energia'. Tali informazioni risultano inoltre necessarie alla definizione della *baseline energetica* rispetto alla quale valutare il risparmio energetico generato dall'intervento. La *baseline* viene così contrattualizzata, previa ulteriore verifica dell'offerente in gara o addirittura dell'affidatario in una prima fase di esecuzione del contratto. Si passa quindi a definire la formula per la valutazione del risparmio energetico negli anni successivi di utilizzo dell'impianto e la formula relativa alla eventuale valorizzazione economica del risparmio energetico. La struttura del contratto è fortemente dipendente dai dati tecnici necessari alla definizione della *baseline*, in caso di dati non sufficienti è possibile svolgere la gara in presenza di una *baseline* approssimativa predisposta dall'Amministrazione e prevedere che la verifica ed il perfezionamento dell'audit energetico costituisca un primo elemento del contratto.

L'Amministrazione ed il prestatore devono avere, a seconda dell'esito delle risultanze della verifica, possibilità di recesso dal contratto senza penalità.
L'Amministrazione deve inoltre verificare quali prestazioni affidare all'esecutore nell'ambito delle varie possibilità previste nei contratti precedentemente illustrati.
Inoltre può scegliere il 'grado di libertà' lasciato al prestatore con riguardo alla tipologia di intervento ed il 'grado di libertà' nel contratto quanto alle effettive modalità di conseguimento degli obiettivi.

3.5.2 Obiettivi

I contratti possono assumere strutture e contenuti alquanto diversi ma hanno alcuni obiettivi comuni:

1. ammodernare gli impianti per il riscaldamento ed il condizionamento degli immobili
2. aumentare l'efficienza energetica
3. ridurre le emissioni di anidride carbonica
4. ridurre il costo sopportato dalla PA.

La regola del mercato unico garantisce a tutti i fornitori di accedere alla totalità delle reti di distribuzione e delle reti di elettrodotti. Sono attualmente in discussione misure volte a rafforzare l'applicazioni di tali diritti con le misure proposte il 19 settembre del 2007 per rendere di fatto la separazione proprietaria delle società di distribuzione di elettricità e gas dalle società che producono energia elettrica e gas.
Con l'obiettivo di garantire la massima trasparenza, la concorrenzialità dell'offerta e la possibilità di migliori scelte da parte degli utenti intermedi o finali, l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, AEEG, mette a disposizione nel suo sito gli elenchi degli operatori distinti per tipologia.
E' bene ricordare che l'eventuale cambiamento del venditore non influenza la continuità del servizio, sempre assicurata dal distributore che resta lo stesso.

Il prezzo dell'energia è formato da due principali componenti:

- una parte che riguarda i costi di trasporto e distribuzione dell'energia dall'impianto di produzione al contatore del cliente finale e degli oneri di sistema, questi costi sono coperti da tariffe stabilite dall'AEEG che le imprese di vendita pagano a loro volta al distributore
- una parte relativa ai costi di acquisto e vendita dell'energia/gas naturale al cliente finale per il quale il cliente paga un prezzo libero.

E' indispensabile leggere con attenzione le caratteristiche dettagliate delle offerte commerciali evitando scelte non adeguatamente valutate, un altro fattore di fondamentale importanza è la conoscenza del profilo dei consumi delle proprie utenze così da individuare il miglior contratto per il soddisfacimento del proprio fabbisogno energetico.

	Per la definizione dell'acquisto di energia elettrica, gas naturale e servizio energia può essere estremamente utile far riferimento ai contratti redatti dal *Consip* che, in base alla finanziaria del 2000, è incaricato dal Ministero dell'Economia e delle Finanze di agire da amministrazione aggiudicatrice per conto di Enti e di Amministrazioni, e ha elaborato una serie di convenzioni connesse alla gestione dell'energia. Tali convenzioni sono state obbligatorie sino al 2004, anno in cui la Finanziaria ha modificato il meccanismo di approvvigionamento delle pubbliche amministrazioni rendendo facoltative le convenzioni *Consip* per la fornitura del servizio energia.

3.5.3 Attuabilità nel territorio comunale

Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	La liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica e del gas e la possibilità di libera scelta del fornitore di energia elettrica e gas naturale permette alla Pubblica Amministrazione di divenire protagonista del mercato avvalendosi del fornitore che è in grado di garantirgli la massima qualità al minimo costo o eventualmente rifornirsi da utilities che producono energia da fonti rinnovabili o da sorgenti a basso tenore di carbonio.

3.5.4 Risvolti ed obiettivi dell'azione

Amministrativi	I contratti stipulati con l'ente dovranno contenere informazioni dettagliate relativi ai reali consumi dell'ente (dettaglio mensile) così da monitorare le utenze di proprietà della PA. Tale monitoraggio garantirà una maggior consapevolezza dei consumi degli edifici comunali e permetterà di verificare l'efficacia delle iniziative di risparmio energetico ed uso razionala intraprese dall'ente. I contratti dovranno inoltre contenere specifico riferimento del soggetto responsabile dell'ente e dell'eventuale ditta fornitrice del servizio.

3.5.5 Soggetti interessati

Soggetti promotori	Per raggiungere gli obiettivi descritti si propone una figura di riferimento presso *l'Ufficio energia* che possa coordinare i diversi attori coinvolti
Attori coinvolti o coinvolgibili	1. Energy manager *responsabile del coordinamento* 2. Responsabile/i ente per il particolare contratto 3. Responsabile/i ditta fornitrice del servizio

3.5.6 Barriere all'ingresso

Ostacoli all'azione	Sino ad oggi i contratti in essere non obbligavano la ditta fornitrice del servizio a informare la PA relativamente ai propri consumi, né specificavano una figura responsabile. Mancanza di un Ufficio energia e Energy manager.

3.5.7 Quadro normativo di riferimento

CE	Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli. usi. finali
Nazionale	*D.Lgs. 115/2008*[23] L'allegato II del Decreto Legislativo 115/08 contiene la definizione del Contratto Servizio Energia (attesa sin dall'emanazione delle Legge 10/1991) e quindi le indicazioni per lo sviluppo di un mercato di servizi energetici. Sulla base dei requisiti del fornitore si definiscono le caratteristiche del contratto servizio energia e del contratto servizio energia plus (per i contratti servizio energia «Plus» è richiesto, in aggiunta ai requisiti base, definiti nell'articolo 3, un sistema di qualità aziendale conforme alle norme ISO 9001:2000 o altra certificazione equivalente). Gli aspetti salienti del contratto servizio energia sono (paragrafo 4 punto 1): • un attestato di certificazione energetica dell'edificio di cui all'art.6 del D.Lgs. 192/05 e s.m.i., o in alternativa un attestato di qualificazione energetica, in assenza di linee guida nazionali; in ogni caso la certificazione energetica deve essere effettuata prima dell'avvio del contratto di servizio energia ferma restando la necessità di una valutazione preliminare al momento dell'offerta e la possibilità, nell'ambito della vigenza contrattuale, di concordare ulteriori momenti di verifica; • un corrispettivo contrattuale riferito a parametri oggettivi, indipendenti dal consumo corrente di combustibile e di energia elettrica degli impianti gestiti dal fornitore, da versare con un canone periodico; • l'acquisto, la trasformazione e l'uso da parte del fornitore del contratto servizio energia dei combustibili o delle forniture di rete, ovvero del calore-energia nel caso di impianti allacciati a reti di teleriscaldamento; • l'indicazione preventiva di specifiche grandezze che quantifichino ciascuno dei servizi erogati, da utilizzare come riferimenti in fase di analisi consuntiva; • la determinazione dei gradi giorno effettivi della località; • la rendicontazione periodica da parte del fornitore dell'energia termica complessivamente utilizzata dalle utenze servite dall'impianto, con criteri e periodicità concordati con il committente; • l'indicazione da parte del committente, qualora si tratti di un ente pubblico, di un tecnico di controparte incaricato di monitorare lo stato dei lavori e la corretta esecuzione delle prestazioni previste dal contratto; nel caso di un ente obbligato alla nomina del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia, di cui all'articolo 19 della Legge 9 gennaio 1991, n. 10, quest'ultimo deve essere indicato come tecnico di controparte.

[23] www.fire.it

Inoltre gli interventi realizzati nell'ambito di un contratto di servizio energia non possono includere la trasformazione di un impianto di climatizzazione centralizzato in impianti di climatizzazione individuali (paragrafo 4, punto 2), ma l'operazione opposta può essere effettuata previa autorizzazione del proprietario o del conduttore dell'unità immobiliare verso il fornitore del contratto servizio energia, ad entrare nell'unità immobiliare nei tempi e nei modi concordati, per la corretta esecuzione del contratto stesso (paragrafo 4, punto 3).
Un contratto di servizio energia plus (paragrafo 5) presenta dei requisiti aggiuntivi rispetto a quelli del semplice contratto servizio energia:

- per la prima stipula contrattuale, la riduzione dell'indice di energia primaria per la climatizzazione invernale di almeno il 10 per cento rispetto al corrispondente indice riportato sull'attestato di certificazione, nei tempi concordati tra le parti e comunque non oltre il primo anno di vigenza contrattuale, attraverso la realizzazione degli interventi strutturali di riqualificazione energetica degli impianti o dell'involucro edilizio;
- l'aggiornamento dell'attestato di certificazione energetica dell'edificio, di cui all'articolo 6 del D.Lgs. del 19 agosto 2005, n. 192, e s.m.i., a valle degli interventi di cui l punto precedente;
- per rinnovi o stipule successive alla prima la riduzione dell'indice di energia primaria per la climatizzazione invernale di almeno il 5 per cento rispetto al corrispondente indice riportato sull'attestato di certificazione, attraverso la realizzazione di interventi strutturali di riqualificazione energetica degli impianti o dell'involucro edilizio;
- l'installazione di sistemi di termoregolazione asserviti a zone aventi caratteristiche di uso ed esposizione uniformi o a singole unità immobiliari, ovvero di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali, idonei ad impedire il surriscaldamento conseguente ad apporti aggiuntivi gratuiti interni ed esterni.

Un contratto servizio energia «Plus» ha validità equivalente a un contratto di locazione finanziaria nel dare accesso ad incentivanti e agevolazioni di qualsiasi natura finalizzati alla gestione ottimale e al miglioramento delle prestazioni energetiche.
Nel paragrafo 6 è stabilita la durata delle due tipologie di contratto, che non deve essere inferiore ad un anno e superiore a dieci anni (punto 1), a meno che nel contratto vengano incluse fin dall'inizio prestazioni che prevedano l'estinzione di prestiti o finanziamenti di durata superiore alla durata massima indicata, erogati da soggetti terzi ed estranei alle parti contraenti. Vi è un'eccezione ulteriore alle durate contrattuali indicate, laddove il Fornitore del contratto servizio energia partecipi all'investimento per l'integrale rifacimento degli impianti e/o la realizzazione di

	nuovi impianti e/o la riqualificazione energetica dell'involucro edilizio per oltre il 50 per cento della sua superficie (punto 3).

3.6 SETTORE TURISTICO

3.6.1 La tecnologia

Il turismo è per l'Italia una risorsa di fondamentale importanza, che si trova oggi a dover affrontare nuove e importanti sfide. Esso produce un consistente saldo positivo della bilancia dei pagamenti Italiana e occupa oltre due milioni di persone. L'Italia è meta da sempre apprezzata dai turisti stranieri, che la collocano al quarto posto a livello mondiale soprattutto per quanto riguarda le località di particolare valenza ambientale e/o culturale.
Proprio nel momento in cui i turisti diventano più esigenti in termini di richiesta di qualità ambientale, è necessario essere maggiormente incisivi sui temi del ripristino, della conservazione e della tutela ambientale.
I principali tour operator mondiali cominciano a inserire nelle loro proposte segnalazioni relative agli aspetti e alle prestazioni ambientali delle zone turistiche, dei servizi e delle strutture di accoglienza che promuovono, è necessario quindi intraprendere senza incertezze un percorso verso un turismo più sostenibile.

La **fase zero** dell'azione prevede pertanto l'assunzione, da parte dell'Ufficio Energia, del ruolo di coordinamento e pianificazione degli interventi; sarà fondamentale individuare correttamente i target dei progetti pilota da realizzare al fine di coinvolgere i giusti operatori per ogni tipologia di interventi preindividuati. La stagionalità di alcuni esercizi del settore, rende complesso prevedere interventi strutturati estesi alla generalità degli stakeholders, sarà di conseguenza fondamentale, per la promozione delle "buone pratiche" nel settore turistico, non disperdere le risorse economiche e umane in interventi a pioggia, che rischiano di inficiare il buon esito dell'azione stessa.

Analizzato il Piano Spiaggia Comunale sarà possibile individuare gli interventi ammissibili, i passaggi istituzionali e la tempistica necessari all'approvazione dei progetti di riqualificazione del settore turistico ed i possibili finanziamenti pubblici e privati attivabili e/o disponibili (un ruolo dell'Ufficio Energia è quello di promuovere la diffusione dei Bandi tematici di finanziamento nazionale ed internazionale). A seguito di ulteriori incontri programmatici pianificati tra gli Uffici Comunali e gli stakeholder territoriali sarà possibile individuare la priorità degli interventi e le eventuali nuove esigenze emerse dal settore turistico del Comune di Pesaro.

La **prima fase** dell'azione prevede:

- √ Il Comune promuove un <u>*accordo quadro*</u> tra gli operatori turistici e gli altri enti pubblici/privati interessati, finalizzato alla realizzazione di interventi di

promozione delle fonti rinnovabili e delle pratiche di sostenibilità del settore turistico;

- √ l'Ufficio Energia predispone in accordo con gli operatori degli stabilimenti balneari e delle strutture ristorative non stagionali ad essi annesse , un piano di *interventi pilota* finalizzati incentivare la realizzazione di servizi integrati in ambito di risparmio idrico, uso razionale delle risorse energetiche, ricorso al solare termico e fotovoltaico, da realizzare negli stabilimenti balneari aderenti all'accordo quadro.Il modello di riferimento può essere la "*Carta dei Servizi del Turismo sostenibile per gli Stabilimenti balneari della Riviera del Beigua*";
- √ l'Ufficio Energia individua e supporta gli operatori nelle procedure di autorizzazione necessarie alla realizzazione degli interventi, nella ricerca dei finanziamenti e nella diffusione delle iniziative di divulgazione e sensibilizzazione collegate all'azione ;
- √ grazie al coordinamento degli interventi gli operatori potranno consorziarsi per l'acquisto degli impianti, per la realizzazione dei lavori e per effettuare un accordo più vantaggioso con installatori, manutentori e produttori delle tecnologie di riferimento.

Una **seconda fase** riguarda l'estensione del programma agli altri operatori delle aree turistiche, suddividendo gli interventi tra gli operatori stagionali e quelli non stagionali. La promozione "dal basso", di percorsi di qualità e sostenibilità del servizio turistico, potrà agevolmente portare ad ulteriori accordi quadro che potranno essere stipulati anche a seguito della revisione programmata degli strumenti di pianificazione di riferimento (Piano Spiaggia, Interventi straordinari di recupero del territorio).
Il ruolo di coordinamento dell'Ufficio Energia potrà esser messo a disposizione degli stakeholder territoriali per la partecipazione a specifici bandi di incentivi Nazionali e Comunitari per il settore turistico.

L'obiettivo a medio lungo termine può esser rappresentato dal raggiungimento di determinati standard qualitativi finalizzati alla promozione di marchi e riconoscimenti (Bandiera Blu, Premio 5 Vele di Legambiente, Marchio ECOlabel, E-chotel, etc) caratteristici del settore turistico. I processi di adesione dei marchi e protocolli nazionali e comunitari rappresentano un valido strumento di governance per il coinvolgimento dei soggetti privati nelle politiche degli Enti, tanto che alcuni sono anche inseriti o sono nati nell'ambito di processi di Agenda 21 locale.

Il *Premio 5 Vele* promosso da Legambiente è particolarmente interessante, ma prevede un forte impegno di pianificazione da parte dell'Amministrazione Comunale, i principali ambiti caratteristici degli intervento sono:

1. uso del suolo, degrado del paesaggio;
2. biodiversità, attività turistiche;

	3. stato delle aree costiere; 4. accessibilità alle destinazioni e mobilità locale; 5. consumo e produzione di energia; 6. consumi idrici e sistemi di trattamento delle acque reflue; 7. produzione e gestione dei rifiuti; 8. iniziativa per il miglioramento della sostenibilità; 9. sicurezza alimentare e produzioni tipiche di qualità; 10. opportunità e qualità della vacanza; 11. struttura sanitaria e sociale. La particolarità del settore turistico Pesarese fa prevedere una agevole affermazione del marchio *Ecolabel*, ritenuto idoneo soprattutto perché presenta un elevato grado di riconoscibilità nei confronti dei turisti potendo contare su campagne di promozione a vasta copertura internazionale; il campo di applicazione è per i servizi di ricettività turistica (Alberghi, Hotel, B&B, Camping). Le aree tematiche di applicazione prevedono criteri ambientali ed etico-sociali (energia, acqua, sostanze chimiche pericolose, rifiuti, accessibilità a mezzi di trasporto sostenibili, sensibilizzazione e informazione, ect). L'ottenimento del marchio è vincolato a criteri definiti in sede europea. Si dividono in obbligatori (che vanno soddisfatti) e facoltativi, ai cui è affidato un punteggio utile al raggiungimento del punteggio stabilito dalla decisione Europea a seconda del servizio offerto.
Stato dell'arte	Il settore turistico riveste, a livello comunale, un ruolo molto importante come presenza economica e risulta concentrato prevalentemente nei mesi estivi; sono presenti tuttavia un congruo numero di esercizi che superano la stagionalità, a questi soggetti l'Ufficio Energia dovrà guardare principalmente come potenziali partners per la diffusione, tra gli operatori turistici, degli interventi di sostenibilità ambientale. Il settore turistico nazionale è caratterizzato da elevati consumi energetici, di risorse e di territorio, ma al contempo rappresenta una risorsa che ancora troppo timidamente si affaccia nel mercato del risparmio e dell'uso razionale dell'energia e analogamente in quello delle fonti rinnovabili. Molti attori del settore svolgono un'attività stagionale che, nonostante gli elevati consumi elettrici e termici che la caratterizzano, non rende appetibili interventi come il fotovoltaico o come il solare termico. Le strutture turistiche presentano, in genere, condizioni molto favorevoli all'uso di impianti solari per effetto della coincidenza temporale tra la massima richiesta di acqua calda sanitaria e la massima disponibilità di radiazione. Data la forte stagionalità della domanda turistica, un impianto solare termico realizzato con pannelli scoperti, se ben dimensionato, potrebbe facilmente arrivare a soddisfare l'80-90 % del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria di uno stabilimento balneare con servizi igienici e docce pubbliche.

Proprio la stagionalità degli esercizi è l'ostacolo principale da superare in quanto determinate tecnologie hanno tempi di ammortamento dell'investimento elevati e di conseguenza risulta antieconomico il ricorso alle stesse per strutture che le sfrutterebbero esclusivamente nei 5 mesi della stagione turistica. La selezione dei soggetti da coinvolgere nella realizzazione degli interventi pilota sarà di conseguenza fondamentale per non vanificare eventuali investimenti pubblici e per far diffondere tra gli operatori un modello di sviluppo che guardi alla sostenibilità come volano del mercato turistico stesso, poiché in grado di attrarre i flussi turistici richiamati delle buone pratiche ambientali generate dalla stessa.

Il movimento dei turisti sostenibili è crescente non solo nella Comunità Europea, si ritiene pertanto strategica la realizzazione di interventi in grado di attrarre e coinvolgere questo tipo di turisti, intenzionati a basare sui principi della sostenibilità le loro vacanze. Le principali regole comportamentali che un *Turista ecosostenibile* si pone ed i principali criteri attraverso i quali seleziona la meta delle proprie vacanze sono:

1. ricercare strutture ricettive impegnate nella diminuzione dell'impatto sull'ambiente del loro esercizio
2. rivolgersi e selezionare tour operator sensibili alle esigenze dei turisti sostenibili
3. utilizzare durante la vacanza mezzi trasporto collettivi ed ecologici la bicicletta
4. produrre meno rifiuti e concorrere alla raccolta differenziata
5. ridurre i consumi di energia e acqua conseguenti alle loro vacanze
6. privilegiare l'acquisto di prodotti dell'artigianato locale e della gastronomia locale
7. abbinare alla vacanza la conoscenza dei loghi, eventi e storia che caratterizzano l'entroterra della zona balneare scelta
8. proporre consigli e suggerimenti per il miglioramento ambientale dei luoghi di vacanza.

Il *Turista ecosostenibile* è dunque una figura che potrà portare un enorme vantaggio alla comunità pesarese, sia per i comportamenti rispettosi dell'ambiente, degli ecosistemi, ma che della cultura e delle tradizioni locali, sia perché il *Turista ecosostenibile* inserendosi agevolmente nel contesto dell'intervento pilota, ne sarà un utilizzatore esemplare e favorirà l'adozione delle buone pratiche comportamentali anche da parte degli altri utenti della struttura.
La propensione del *Turista ecosostenibile* verso un modello di vacanza integrato nell'ambiente che lo ospita, lo porta a partecipare attivamente alle differenti attività che si possono associare alla sua permanenza presso una città a vocazione turistica balneare (escursioni in luoghi e visita a città caratterizzanti il territorio limitro-

	fo, partecipazione a fiere, eventi culturali ed enogastronomici, etc); questo permette lo sviluppo di un modello turistico capace di valorizzare tutte le ricchezze territoriali, non esclusivamente quelle paesaggistiche. Alcune località turistiche, anche vicine al territorio comunale pesarese, hanno adottato da tempo i criteri della sostenibilità del settore turistico, ottenendo eccellenti riscontri in termini di gradimento degli utenti, vantaggi in termini di risparmi energetici conseguiti, riconoscimenti e titoli che consentono una elevata visibilità nazionale e internazionale.
Caratteristiche tecniche	Gli intereventi tecnici contenuti nella presente scheda fanno riferimento all'intervento pilota individuato che prevede il ricorso alla fonte solare per la produzione di energia elettrica attraverso un impianto a pannelli fotovoltaici e per la produzione di energia termica attraverso un impianto a pannelli solari. Si dovranno prioritariamente installare i suddetti sulle coperture delle strutture di servizio, strutture che potranno per l'occasione essere riqualificate; la tecnologia fotovoltaica si ritiene interessante anche per gli esercizi stagionali che comunque sono caratterizzati da elevati consumi elettrici (ad esempio per la presenza negli chalet di un imponente parco elettrodomestici, particolarmente energivoro) che possono difficilmente essere ridotti in modo consistente perché vitali per l'attività svolta. Sarà importante individuare proprio attraverso l'accordo quadro le strutture idonee e le principali caratteristiche della progettazione paesaggisticamente integrata dell'intervento. Gli operatori turistici potranno agevolmente beneficiare del Conto Energia, grazie al rispetto delle specifiche tecniche previste nell'accordo quadro avranno accesso alla procedura autorizzativa semplificata. Le riqualificazioni dei locali di servizio dovranno essere finalizzate anche ad interventi di risparmio idrico nei servizi sanitari e nelle docce dello stabilimento balneare (o degli stabilimenti interessati in caso di servizi cogestiti). Si sono individuate due categorie di interventi: la prima prevede di garantire con pannelli solari scoperti il fabbisogno stagionale di acqua calda sanitaria delle docce degli stabilimenti, la seconda prevede un intervento maggiormente strutturato che preveda in aggiunta un intervento di risparmio idrico. L'utilizzo delle docce in uno stabilimento balneare è stagionale, concentrato nel periodo tra maggio e settembre; ne consegue la necessità di utilizzare una tecnologia che consenta di essere posizionata in *modalità standby* nel restante periodo dell'anno. La stagionalità della domanda di ACS che si vuole soddisfare con questi interventi esclude, o riduce, il ricorso alla tecnologia ad accumulo. Per l'area balneare nella zona comunale Centro/Mare la tecnologia più idonea ad un uso discontinuo durante l'anno

è rappresentata dai **pannelli solari scoperti**: sono adatti per il riscaldamento di piscine scoperte, e per la produzione di acqua calda per le docce negli stabilimenti balneari, nei campeggi, negli alberghi stagionali, ecc. Sono privi di vetro e l'acqua passa direttamente all'interno dei tubi del pannello, dove viene riscaldata dai raggi solari ed è pronta per essere usata. Il limite della tecnologia, che rappresenta un vantaggio in questo contesto (utilizzo stagionale), è che, non essendo coibentati, funzionano con una temperatura ambiente di almeno 20°C. Il loro costo è però ovviamente più basso dei pannelli vetrati e l'installazione è davvero semplice.
In commercio esistono prodotti che in un'unica soluzione garantiscono tutte le caratteristiche richieste dalla particolarità del contesto di impiego:

- √ non temono la corrosione per salsedine;
- √ non temono gli ultravioletti;
- √ si montano con grande rapidità;
- √ si arrotolano per il rimessaggio invernale;
- √ idonei agli usi alimentari (lavaggio stoviglie);
- √ si distende sui tetti, nascosto dalla vista.

Sarà importante prevedere la modalità di acquisto cooperativo degli impianti da parte degli operatori turistici interessati, che potranno altresì concordare le azioni di montaggio, smontaggio e rimessaggio. L'accordo quadro è lo strumento idoneo anche in questo caso poiché può essere esteso anche alle imprese del territorio che operano nel settore degli impianti solari al fine di coinvolgerle, oltre che per la realizzazione di impianti, anche nel servizio manutenzione e rimessaggio. La tecnologia è evoluta e ampiamente disponibile sul mercato, particolarmente adattabile a soluzioni a basso impatto paesaggistico, garantisce ottimi risultati a fronte di investimenti contenuti. Un ulteriore semplificazione è legata all'assenza di serbatoi di accumulo e di conseguenza ad una più semplice gestione dell'impianto.

Nel caso in cui nello stabilimento balneare sia presente una struttura che offra un servizio non stagionale allora la tecnologia di riferimento per la produzione di acqua calda sanitaria cambia.
L'intervento parte dalla conoscenza degli impianti termici e dei consumi ad essi associati, sarà possibile prevedere il ricorso alla fonte rinnovabile solare sia come integrativa che sostitutiva agli impianti preesistenti.
Dovranno essere privilegiati interventi che prevedano il ricorso alla tecnologia di **pannelli solari piani a circolazione forzata con serbatoio di accumulo nascosto**, sarà possibile di conseguenza valutare la possibilità di realizzare un serbatoio di accumulo interrato (nell'arenile di pertinenza) o inserito internamente ad una struttura di servizio, anche appositamente realizzata se previsto dall'accordo quadro. Minimizzare l'impatto dell'intervento è una priorità non solo paesaggistica, ma una necessità det-

tata dalla filosofia stessa dell'intervento. Di conseguenza anche gli interventi di risparmio idrico previsti nel progetto pilota prevedono il ricorso ad un serbatoio interrato, le pompe ad immersione necessarie alla movimentazione dell'acqua potranno essere alimentate da un impianto fotovoltaico. Nel caso le due tecnologie cadano in competizione per gli spazi, si ritiene prioritario l'utilizzo per il solare termico delle coperture delle strutture di servizio prossime alla zona docce ed ai servizi igienici e per il fotovoltaico, nel caso ve ne sia l'opportunità si suggerisce di sfruttarli per la copertura dei parcheggi delle bici, che potranno essere realizzati in spazi individuati nell'accordo quadro.

3.6.2 Obiettivi

Le criticità prodotte dalla pressione turistica posso essere affrontate con l'obiettivo ambizioso di dare il giusto contributo per avviare il territorio verso lo sviluppo sostenibile delle proprie attività.
I flussi turistici hanno un impatto sia sul sistema della mobilità, che sul sistema idrico comunale e del trattamento delle acque; le attività economiche del settore turistico sono caratterizzate da elevati consumi di energia, i principali obiettivi dell'azione sono:

- √ coinvolgere gli operatori turistici e gli stakeholder territoriali in un accordo quadro per la realizzazione di progetti condivisi e interventi pilota;
- √ ridurre i consumi di combustibile fossile attraverso la diffusione delle fonti rinnovabili;
- √ ridurre i consumi idrici associati all'attività turistica partendo dagli stabilimenti balneari;
- √ promuovere nel settore turistico pesarese un modello di sviluppo capace di attrarre i Turisti ecosostenibili.

L'intervento pilota preso in considerazione prevede la riqualificazione, in termini di maggiore sostenibilità, dei servizi offerti da uno stabilimento balneare; si propone la creazione di un nuovo tipo di offerta turistica che partendo dalla concezione del classico stabilimento balneare sia in grado di evolversi nei servizi offerti ai propri clienti ricercando al contempo di diminuire l'inevitabile impatto ambientale che ogni intervento sul nostro territorio può originare.
L'intervento proposto parte dall'analisi delle problematiche che caratterizzano la stagione estiva di tutte le città a vocazione turistica del litorale marchigiano; picchi nei consumi elettrici con rischio di discontinuità del servizio, problematiche alla viabilità ed ai trasporti e in alcuni casi la difficoltà di approvvigionamento idrico. In particolare l'importanza dell'ultima problematica indicata dovrebbe spingere l'Amministrazione Comunale nella direzione di incentivare il risparmio idrico proprio nel settore turistico, a cui è associato l'aumento della domanda proprio nel perio-

	do di minor disponibilità della risorsa. Il facile abbinamento degli interventi in questione con l'innovazione tecnologica e le fonti rinnovabili potrà consentire di realizzare azioni condivise, replicabili e di effettivo impatto.

3.6.3 Attuabilità nel territorio comunale

Prospettive di sviluppo e individuazione degli obiettivi a medio e lungo termine	Il territorio Comunale è caratterizzato da due principali zone balneari, la zona di Fosso Sejore che si sviluppa a ridosso della SS16 (Strada delle Marche) con la prevalenza di spiaggia libera e una forte densità di campeggi, la zona a ridosso di Viale Trieste che vede la presenza prevalente di Alberghi, Hotel e stabilimenti balneari, delimitata in direzione Nord dal porto di Pesaro. La predominante presenza di attività stagionali legate al settore turistico rende complesso l'approccio a diverse soluzioni tecnologiche, soprattutto in termini di investimenti privati per la loro realizzazione; sarà pertanto opportuno offrire, attraverso l'accordo quadro, agli operatori una serie di incentivi che prevedano ad esempio semplificazioni burocratiche per la riqualificazione delle strutture di servizio degli stabilimenti balneari (servizi igienici, docce, strutture per il ristoro etc) a seguito di scelte progettuali che prevedano il ricorso a tecnologie e innovazioni attrattive per il turismo eco-sostenibile. Interventi diversi, che rendono interessante il ricorso a determinate tecnologie e innovazioni invece possono coinvolgere quegli stabilimenti balneari che abbiano anche una attività ristorativa aperta anche durante al di fuori della stagione estiva. Nel *medio termine* si possono avviare la fase zero e la prima fase dell'azione, a tal fine il Comune di Pesaro potrà improntare la propria azione sul concetto di sviluppo sostenibile ed in tale ottica si farà promotore delle azioni previste nella scheda. Per garantire un effettivo miglioramento ambientale và riconosciuta l'importanza della partecipazione e della corresponsabilizzazione dei soggetti presenti sul territorio ed in particolare si deve individuare, come aspetto centrale dal punto di vista ecologico ed economico per il territorio comunale, la fascia costiera e l'arenile su cui operano gli Stabilimenti balneari. L'operatore turistico dello stabilimento balneare attraverso l'accordo quadro aderisce a tale percorso e ne condivide le finalità, impegnandosi ad effettuare le proprie attività nell'ottica della valorizzazione e tutela dell'ambiente, con l'obiettivo di raggiungere l'eccellenza operando nell'ottica dello sviluppo sostenibile considerando quindi non solo gli aspetti ambientali, ma anche le connessioni con gli aspetti sociali ed economici. L'operatore promuove, inoltre, la partecipazione del turista alle prestazioni dei servizi garantendogli tutte le informazioni richieste e la facoltà di avanzare proposte, suggerimenti e di inoltrare reclami. L'obiettivo può essere raggiunto a seguito

dell'individuazione attraverso l'accordo quadro di una Carta dei Servizi che ha lo scopo di permettere l'attuazione di questi principi sotto il controllo degli Enti locali che assumono il ruolo di garanti nei confronti dei turisti e dei cittadini. La Carta dei Servizi è un documento sottoscritto dall'operatore che lo impegna formalmente in tale percorso.

Si ritiene che la Carta Servizi adottata *per gli Stabilimenti balneari della Riviera del Beigua*, rappresenti un modello di riferimento che l'Ufficio Energia del Comune di Pesaro potrà sottoporre preliminarmente agli stakeholder territoriali.

Il **progetto pilota standard** individuato nella prima fase prevede la realizzazione nel medio termine di interventi di risparmio idrico, produzione di energia e gestione sostenibile del fattore turismo.
I destinatari dell'intervento sono individuati anche negli operatori turistici che gestiscano nella stagione turistica uno stabilimento balneare e che abbiano una licenza per la ristorazione o per l'attività di intrattenimento non stagionale.

Compatibilmente agli strumenti pianificatori in vigore (Piano Spiaggia Comune di Pesaro), si potranno concordare una serie di interventi che seguiranno procedure di approvazione (da parte dell'Amministrazione Comunale) semplificate proprio perché inserite nell'accordo quadro.

Gli interventi strutturali che potranno essere realizzati attraverso la procedura autorizzativa semplificata e che potranno accedere agli incentivi eventualmente messi a disposizione possono essere suddivisi in due categorie :

1. riqualificazione dei locali di servizio (chioschi, chalet, ristoranti interni allo stabilimento balneare, etc) con criteri di uso razionale delle risorse idriche, ricorso al solare termico a pannelli piani e fotovoltaico;
2. riqualificazione dei servizi igienici e delle docce dello stabilimento balneare con criteri di uso razionale delle risorse idriche e ricorso al solare termico scoperto.

Nel *lungo periodo* sarà possibile, grazie alla realizzazione degli interventi pilota e alla maggior consapevolezza acquisita dal settore turistico delle potenzialità legate alle politiche di sviluppo sostenibile, procedere alla realizzazione della seconda fase dell'azione.

3.6.4 Il ruolo dell'Ufficio Energia

L'**Ufficio Energia del Comune di Pesaro** cura gli aspetti tecnici e amministrativi e la predisposizione degli atti necessari allo sviluppo e all'attuazione della politica energetica del Comune svolgendo un ruolo di coordinamento tecni-

co nello sviluppo sostenibile del territorio comunale.

Il ruolo dell'Ufficio Energia nell'azione descritta nella presente scheda è principalmente legato alla predisposizione dell'accordo quadro tra gli operatori turistici del territorio comunale, finalizzato alla realizzazione degli interventi individuati per la diffusione delle buone pratiche di sostenibilità del settore turistico pescarese. L'Ufficio coinvolgerà gli stakeholder territoriali sin dalle fasi iniziali del progetto e monitorerà la corretta applicazione dei protocolli inseriti nell'accordo quadro stesso.

3.6.5 Esempio di intervento applicativo

L'intervento proposto è un progetto sperimentale sulla gestione di uno stabilimento balneare secondo i principi dello sviluppo sostenibile attraverso l'impiego di tecnologie innovative; è basato è sui principi di ristrutturazione, del "riuso" delle esistenti strutture, e si prefigge come obbiettivi, una superiore qualità ambientale, urbana e una migliore offerta turistica.
Si vuole perseguire la progressiva introduzione di tecnologie e metodologie innovative ed ecocompatibile all'interno di uno stabilimento balneare per promuoverne la diffusione sul territorio delle principali strategie per il contenimento dell'uso delle risorse in particolare quella energetica e idrica. Le azioni principali riguardano le due tipologie di intervento descritte nel paragrafo precedente.

In funzione delle caratteristiche del territorio e della diversa concentrazione e tipologia delle attività turistico-ricettive, si è individuata come zona, idonea per realizzarvi **interventi della prima categoria**, quella che si sviluppa lungo la SS16, fino a Fosso Sejore. Questo principalmente per:

- √ la minor densità di stabilimenti balneari che consente la realizzazione di interventi pilota facilmente riconoscibili dall'utenza;
- √ la presenza di stabilimenti con caratteristiche delle strutture di servizio idonee e con servizi igienici e docce co-gestiti;
- √ la contestuale presenza di attività non stagionali nel settore ristorativo potenzialmente interessate alla sottoscrizione di un accordo quadro;
- √ l'alto irraggiamento, che insieme all'assenza di zone d'ombra significative la rende ideale per il ricorso alla fonte rinnovabile solare;
- √ la presenza di aree destinate al parcheggio che potrebbero risultare idonee alla copertura con pensiline montanti pannelli fotovoltaici;
- √ la presenza di un elevato numero di campeggi densamente frequentati da turisti stranieri;

Descrizione dell' intervento: prevede a seguito di una pro-

cedura concordata descritta nell'accordo quadro, la procedura semplificata per la realizzazione di interventi di riqualificazione delle strutture turistiche che risultino fortemente caratterizzati dall'innovazione tecnologica e dalla sostenibilità ambientale. Il livello standard dell'intervento prevede la realizzazione di nuovi servizi docce e igienici caratterizzati da un impianto di ricircolo delle acque; le docce sono collegate ad un impianto solare termico, posto sulle coperture delle strutture di servizio (opportunamente ristrutturate e orientate in direzione Sud con un angolo di falda di 30°), produce acqua calda sanitaria e l'accumula in un serbatoio interrato o interno ad un locale di servizio.
La vicinanza negli stabilimenti balneari dei servizi igienici, a camerini e docce, consente di prevedere un intervento integrato che preveda il ricircolo delle acque delle docce per lo scarico dei bagni.

Il solare termico verrà installato sulle coperture delle strutture di servizio dello stabilimento, che per potranno essere opportunamente ristrutturate. In caso di mancanza di spazio sulle coperture, il solare fotovoltaico necessario all'alimentazione delle pompe ad immersione per la circolazione delle acque, potrà essere utilizzato per la copertura di parcheggi delle biciclette, che se non presenti potrebbero essere realizzati nell'occasione.
Sarà inoltre necessario porre un vincolo progettuale, per la realizzazione degli interventi di riqualificazione, che preveda particolari accorgimenti per le coperture. L'obiettivo è quello di determinare, attraverso l' accordo quadro, che tutti gli interventi di riqualificazione ammessi dovranno prevedere la modifica della copertura per consentire l'esposizione a sud e l'inclinazione della falda idonea all'installazione di un impianto integrato solare termico e/o fotovoltaico.
In presenza di un operatore turistico che abbia un'attività non stagionale, sarà possibile realizzare altri impianti solari e fotovoltaici per soddisfare le ulteriori esigenze legate alla tipologia servizio offerto.

Esempio tecnico: l' intervento si è sviluppato facendo riferimento ad uno stabilimento balneare con 2 docce (prive di accorgimenti per l'uso razionale della risorsa idrica) e 2 bagni pubblici per i clienti dello stabilimento; il consumo complessivo di acqua calda sanitaria medio estivo caratteristico della situazione ante intervento è quantificato in 800 m^3.
L'intervento pilota prevede la posa in opera di due docce realizzate con riduttori di flusso e aeratori, progettate per erogare massimo 10litri/doccia attraverso la temporizzazione del servizio; si è stimato un numero di 130 docce/giorno legato alla presenza media giornaliera di turisti nella stagione balneare compresa tra i mesi di maggio e settembre.
Al di sotto dell'impianto docce viene realizzato un serbatoio interrato della capienza di 3 m^3, destinato alla raccol-

ta delle acque, consistente in una cisterna di calcestruzzo dotata di una serie di filtri e di un sistema per la decantazione per consentire l'abbattimento delle sostanze disperse in acqua, che così recuperata va ad alimentare le cassette del WC.

	Ante intervento	*Post intervento*
N° docce giornaliere	260	260
ACS per singola doccia	20 litri	10 litri
Consumo ACS giornaliero	5200 litri	2600 litri
Bagni N° scarichi giornalieri	200	200
Consumo idrico giornaliero scarico bagni	2400 litri	0 litri

Prima dell'intervento i bagni non prevedono scarichi differenziati (7-12 litri) in funzione delle esigenze dell'utenza, la riqualificazione dei servizi igienici prevede la realizzazione di scarichi differenziati ed una rubinetteria dei lavandini in dotazione ai servizi dotata di aeratori e riduttori di flusso.

Attraverso l'accordo quadro verranno individuate le principali indicazioni tecniche per la riqualificazione dei locali di servizio e per la realizzazione della postazione docce/servizi igienici; quest'ultima sarà collegata all'impianto solare termico per la produzione dell'ACS necessaria.

Si è ipotizzato di utilizzare collettori solari piani vetrati, se necessario con serbatoio di accumulo che andrà opportunamente previsto in funzione delle reali esigenze segnalate dall'operatore turistico.
Applicando il calcolo semplificato del risparmio annuo di energia in fonte primaria ottenibile con l'installazione di pannelli solari si ottiene per la Fascia solare 2 (a cui appartiene il Comune di Pesaro):

E= N*L* T* gg/860 = 260*10*20°*150/860 = 9070 kWh/annui

Dove:

- √ E= domanda annua di energia associata alla produzione di ACS
- √ N= numero utenze
- √ L=litri di ACS erogati da ciascun servizio
- √ T= differenza tra la T acqua in acquedotto e T acqua erogata dalle docce
- √ gg= giorni di funzionamento del servizio

- √ 860 [kcal/kWh] = equivalente termico dell'energia elettrica.

Posto in 953 kWh/anno/m^2 , *il risparmio annuo conseguibile con un metro quadro di panello solare piano*, rispetto ad una caldaia tradizionale a gasolio, per coprire il 100% del fabbisogno sono necessari 10 m^2 di pannelli solari termici piani, che dovranno essere posizionati sulle coperture delle strutture di servizio opportunamente ristrutturate per raggiungere i requisiti di esposizione ideale. Il serbatoio, eventualmente necessario per l'accumulo dell'acqua calda sanitaria, ha per un impianto solare di queste dimensioni una capacità di 800 litri.

In presenza di un operatore turistico non stagionale, il fabbisogno di acqua calda sanitaria risulta essere superiore a quello dipendente dalle docce, per le necessità legate al servizio ristorazione (lavastoviglie, macchine del caffè, lavatrici, bagni interni all'esercizio, etc). Si potrà pertanto prevedere un impianto solare dimensionato in modo da soddisfare anche queste esigenze; essendo infine prevista la possibilità di realizzare un serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria, questo dovrà essere dimensionato a partire dalla capacità di 800 litri .
Nel caso di impianti dedicati presso utenze ad uso stagionale (maggio-settembre), la superficie captante non dovrebbe superare la minima superficie in grado di garantire nel mese a più alta insolazione l'intera copertura del fabbisogno per mezzo della sola fonte solare.
L'energia termica massima captata dal collettore in Italia può essere ragionevolmente fissato in circa 700 Wh/m^2 in un ora.
La decisione sullo schema di collegamento deriva dalla combinazione del massimo numero di collettori (in parallelo) per banco pari a 6 e della necessità di non superare i 110 litri/ ora per m^2 di collettore (limite di erosione) ed essere inferiore ai 50 litri/ora per m^2 di collettore.
Per il calcolo del volume del vaso di espansione, delle dimensioni del circuito idraulico e degli organi di sicurezza dell'impianto valgono le considerazioni valide per qualsiasi impianto a circolazione forzata nel dimensionamento del circuito primario.

L' illuminazione interna ai bagni e la pompa ad immersione necessaria al funzionamento del sistema (è inserita nel serbatoio in cls e spinge l'acqua riciclata nelle cassette dei WC), possono essere alimentati con un impianto fotovoltaico da 1.5Kw corrispondente a 12 moduli fotovoltaici, che potrà trovare sistemazione sulle strutture di servizio e/o nel caso di limitato di spazio utile, come copertura dei parcheggi.

Ulteriori interventi qualificanti che possono essere realizzati nell'intervento pilota: la possibilità di intervento in un contesto non eccessivamente antropizzato come quello caratterizzante la zona individuata, permette di prevedere

un consistente miglioramento del verde, realizzando ad esempio lungo i confini dell'area, impianti arborei a siepe, mentre all'interno della zona destinata ai servizi specie autoctone con elevata capacità di ombreggiamento durante il periodo estivo, con apparato radicale contenuto e profondo e con assenza di fruttificazione ed esudati.

Si è individuata come zona, idonea per realizzarvi **interventi della seconda categoria** quella che si sviluppa parallelamente a Viale Trieste. Nella stessa zona sono inoltre concentrate le principali strutture recettive alberghiere che potranno essere coinvolte nella seconda fase dell'azione.
Gli operatori turistici degli stabilimenti balneari di questa zona effettuano già in alcuni casi, gestioni coordinate del servizio di pulizia della spiaggia, della raccolta dei rifiuti e sono diversi gli stabilimenti balneari con servizi igienici e docce in comune o attigui. Attraverso l'accordo quadro sarà possibile intensificare le collaborazioni già in essere tra gli operatori turistici e allacciarne di nuove, ottenendo una piccola rete territoriale del turismo sostenibile, sarà più agevole in questo caso anticipare alcuni aspetti descritti nella seconda fase, come quello relativo ai riconoscimenti ed ai marchi.
Sarà possibile prevedere attraverso l'accordo quadro la diffusione di buone pratiche per lo sviluppo sostenibile del turismo locale, come :

- √ l'acquisto collettivo dei pannelli solari necessari alla realizzazione del progetto pilota;
- √ effettuare un'unica gara d'appalto per la realizzazione dei lavori, per la sistemazione dei servizi igienici e delle docce;
- √ gestire collettivamente le operazioni stagionali di montaggio, smontaggio e rimessaggio dei pannelli solari scoperti;
- √ il potenziamento della raccolta differenziata dei rifiuti in spiaggia (carta, vetro, plastica, alluminio);
- √ l'incremento degli impianti vegetazionali al fine di mitigare l'impatto visivo della superficie impermeabile, di aumentare la capacità di ombreggiamento durante il periodo estivo, di contribuire all'assorbimento dell'anidride carbonica e alla integrazione della rete ecologica comunale;
- √ la diffusione di servizi innovativi come la realizzazione di postazioni di ricarica di energia elettrica alimentate a fotovoltaico con box di sicurezza, con chiavetta personale per depositare cellulari, iPhone, batterie ricaricabili;
- √ la gestione di servizi in collaborazione con l'Amministrazione Comunale che consentano al turista una corretta informazione sulla mobilità locale e sulle opportunità del trasporto collettivo.

Descrizione dell' intervento: sulle coperture delle strutture

di servizio limitrofe alle docce degli stabilimenti balneari sarà possibile installare un impianto a pannelli solari scoperti per la produzione di acqua calda sanitaria; i pannelli solari che alimenteranno le docce, dovranno essere posizionati coerentemente con le prescrizioni previste nell'accordo quadro. E' previsto un intervento di riqualificazione delle rubinetterie dei servizi igienici, degli scarichi dei bagni e degli erogatori delle docce con temporizzatore e riduttori e aeratori, il risparmio idrico che ne consegue è inferiore a quello descritto dall'intervento precedente perchè non è prevista la realizzazione del serbatoio interrato per il ricircolo delle acque delle docce.

La strategia proposta prevede sempre l'adozione di regolatori di flusso per le docce e la temporizzazione dell'erogazione dell'acqua calda, così da ridurre l'Acqua Calda Sanitaria utilizzata per ogni singolo utente da 20 a 10 litri/doccia, consentendo un risparmio di risorsa idrica impegnata del 50%; è ipotizzabile un risparmio collegato agli interventi di razionalizzazione della risorsa idrica nei servizi igienici (bagni dotati di scarichi differenziati) del 20%, mentre dotando la rubinetteria dei servizi igienici di aeratori e riduttori di flusso è ipotizzabile un risparmio della risorsa idrica del 50% .

Esempio tecnico: l' intervento si è sviluppato facendo riferimento alla zona del territorio a maggior presenza di stabilimenti balneari; in questo contesto si è ipotizzato un servizio caratterizzato da 2 docce (prive di accorgimenti per l'uso razionale della risorsa idrica); il consumo complessivo di acqua calda sanitaria, caratteristico della situazione ante intervento, nella zona individuata come idonea allo stesso, è quantificato in 1200 m^3 annui.
L'intervento pilota prevede la posa in opera di due docce realizzate con riduttori di flusso e aeratori, progettate per erogare massimo 10litri/doccia attraverso la temporizzazione del servizio; si è stimato un numero di 200 docce/giorno legato alla presenza media giornaliera di turisti nella stagione balneare compresa tra i mesi di maggio e settembre.

	Ante intervento	*Post intervento*
N° docce giornaliere	400	400
ACS per singola doccia	20 litri	10 litri
Consumo ACS giornaliero	8000 litri	4000 litri

Attraverso l'accordo quadro verranno individuate le principali indicazioni tecniche per la riqualificazione dei locali di servizio e per la realizzazione della postazione docce/servizi igienici; quest'ultima sarà collegata all'impianto solare termico per la produzione dell'ACS necessaria.

Si è ipotizzato di utilizzare collettori solari scoperti senza serbatoio di accumulo. In commercio esistono delle tipologie di prodotti realizzati con apposite mescole di polipropilene progettati appositamente per le necessità degli stabilimenti balneari. Facendo riferimento ai pannelli solari scoperti, si dovranno scegliere modelli che semplificano le operazioni di montaggio, smontaggio e rimessaggio. L'intervento pilota potrà esser di conseguenza realizzato stimando un fabbisogno di 400 l/h, sarà di conseguenza necessario un impianto a pannelli scoperti con:

- √ una superficie captante di 6 m^2
- √ caratterizzati da una portata di non superiore ai 100 e non inferiore ai 50 l/h per metro quadrato di pannello.

Il prezzo di mercato dell'impianto chiavi in mano è inferiore ai 150€/m^2, esistono in commercio impianti garantiti fino a 10 anni, le operazioni di manutenzione, pulizia, montaggio e smontaggio dell'impianto, effettuate da personale specializzato, hanno un costo inferiore ai 20€/m^2 annui e possono esser soggette a notevole riduzione in caso più stabilimenti balneari effettuino le operazioni con lo stesso manutentore.

3.6.6 Indicatori per la valutazione dell'azione nel tempo

Il numero di stabilimenti balneari che verrà coinvolto nell'accordo quadro è sicuramente il primo indicatore di riferimento; il numero di progetti pilota realizzati segue in ordine di importanza. L'azione potrà intendersi completata quando a seguito di riconoscimenti o per l'adesione a marchi ecologici di qualità per le strutture turistiche, gli operatori turistici del Comune di Pesaro entreranno nel circuito internazionale del turismo ecosostenibile.